

لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ حَتَّىٰ يُبْلَغَ

فِي الْفِيزِيَاءِ

FB/MAELMABOUD

موقع ايجي فاست التعليمي



الأستاذ /
محمد عبد المعبود
٠١١١١٣٧٠٩٠

موقع ایجی فاست التعلیمی

المحاضرة الأولى: مقدمة عن الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

الكهربية التيارية – التيار الكهربائي واتجاهه – الكولوم
شدة التيار الكهربائي – الأمبير. ساعة

الكهربية التيارية

دلك ساق من الزجاج بقطعة من الحرير ثم قرب الزجاج من قصاصات الورق

المشاهدة :	تتجاذب قصاصات الورق إلى قطعة الزجاج.
التفسير :	عند احتكاك قطعة الزجاج بالحرير انتقلت بعض الإلكترونات إلى قطعة الحرير تاركة خلفها أيونات موجبة ساكنة على قطعة الزجاج لها مجال يجذب القصاصات.

المثال السابق يوضح الكهربية الاستاتيكية والتي تهتم بدراسة الشحنات الساكنة ، وهي ليست موضوع دراستنا هذه السنة.



أما موضوع دراستنا هذه السنة هي الكهربية التيارية "الكهربية الديناميكية"

الكهربية التيارية

هي الكهربية التي تتضمن دراسة حركة الشحنات الكهربية في المواد الموصلة

إذا أردنا الفهم الصحيح للكهربية التيارية فإن الجملة السابقة تحتوي على بعض علامات الاستفهام ..

بمجرد إجابتنا على تلك الأسئلة نكون قد توصلنا إلى المفهوم الصحيح للكهربية التيارية.



موقع ايجي فاست التعليمي

الوحدة الأولى: الكهربية التيارية

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

الشحنات الكهربية :

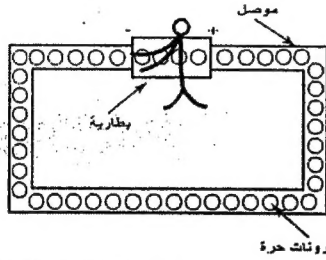
ما هي تلك الشحنات؟ هل هي جزيئات؟ ذرات؟ إلكترونات؟
تلك الشحنات هي الإلكترونات الحرة في الغلاف الخارجي لبعض المواد (الموصلات).
فإن حركة الإلكترونات هي التي ينشأ عنها مرور تيار كهربائي.

حركة :

علمنا أن التيار الكهربائي ينشأ من حركة الإلكترونات ، هل تلك الإلكترونات قادرة على الحركة بمفردها؟

لا ، فالإلكترونات لا تملك الحركة وإنما تُحرَّك بواسطة مضخة تسمى البطارية.
إن كلمة مضخة لا تعني أنها مصدر للإلكترونات ، ومن يعتقد ذلك نرد عليه بالأسئلة التالية:

- هل مضخة الماء "الموتور" هي مصدر الماء؟
- هل القلب هو مصدر الدم؟



إن البطارية يحدث بداخلها تفاعلات كيميائية فتدفع الإلكترونات داخل الموصل.

المواد الموصلة:

علمنا أن التيار الكهربائي ينشأ عن حركة الإلكترونات الحرة الموجودة في الغلاف الخارجي لبعض المواد ، والمواد التي تحتوي على إلكترونات حرة في غلافها الخارجي هي الفلزات، مثل: النحاس.

النحاس موصل جيد للكهرباء. علل

لأن النحاس فلز يحتوي على إلكترونات حرة في غلافه الخارجي ضعيفة الارتباط بالنواة يسهل تحريكها فينشأ عن حركتها مرور تيار كهربائي.

في :

إن كلمة "في" لا تعني أن الموصل أشبه بماسورة الماء مجوف.
- هل وجدت سلك توصيل مجوف ؟

وكلمة "في" أيضاً بالطبع لا تعني أن الإلكترونات تسير فوق سطح الفلز ، فماذا تعني ؟

تذكر مثال ماسورة المياه المملوءة تماماً بالزلط والتي يُدفع بداخلها رمل ناعم.

سلك الموصل يحتوي على جزيئات بينها فراغات تستطيع الإلكترونات المرور خلالها.

تلك الجزيئات تتحرك حركة اهتزازية في مكانها فتصطدم بالإلكترونات أثناء مرورها فتعيقها جزئياً من المرور بسرعة وذلك ما يُسمى بالمقاومة الكهربية.

المقاومة الكهربية

هي الممانعة التي يلقاها التيار الكهربائي أثناء مروره في موصل

وتزداد الحركة الاهتزازية لتلك الجزيئات بزيادة درجة الحرارة فيزداد معدل التصادمات بينها وبين الإلكترونات فتزداد المقاومة.

- تزداد مقاومة موصل بزيادة درجة الحرارة. علل
لأن بزيادة درجة الحرارة تزداد طاقة الجزيئات فتزداد الحركة الاهتزازية لها فيزداد معدل التصادمات مع إلكترونات التيار فتزداد المقاومة.
الآن يمكنك بنجاح تفسير تلك الجملة: "الكهربية التيارية هى الكهربية التى تتضمن حركة الشحنات الكهربية فى المواد الموصلة".



التيار الكهربى واتجاهاه

التيار الكهربى

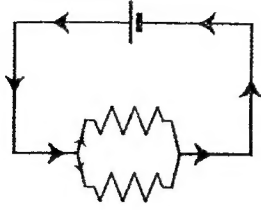
هو فيض من الشحنات الكهربية تسري خلال الموصلات

للتيار الكهربى اتجاهان مختلفان لفظاً متشابهان معنًاً

الاتجاه التقليدي أو الاصطلاحي "القديم"	الاتجاه الفعلى أو الإلكترونى "الحديث"
اتجاه الشحنات الموجبة من القطب الموجب إلى القطب السالب خارج البطارية.	اتجاه الشحنات السالبة (الإلكترونات) من القطب السالب إلى القطب الموجب خارج البطارية. "داخل الموصل"

- لا يتعارض مفهوم الفيزياء الكلاسيكية مع مفهوم الفيزياء الحديثة. علل
لأن حركة الإلكترونات السالبة فى اتجاه يصاحبه حركة أيونات موجبة فى عكس الاتجاه.

" تذكر مثال كرتونة البيض والكرسى الفارع "



- أي الاتجاهين سنستخدم في دراستنا القادمة؟
اصطلح العلماء أن يُستخدم الاتجاه الاصطلاحي
في دراسة الدوائر الكهربية.

الكولوم

الكولوم

هو وحدة قياس الكمية الكهربية "الشحنة الكهربية"

مما سبق : من الذي يحمل الشحنة ؟

- إن الإلكترونات هي التي تحمل الشحنة ، فالكولوم هو مجموع شحنات عدد من
الإلكترونات ، حيث :

$$C = 6\,250\,000\,000\,000\,000\,000\,e = 6.25 \times 10^{18} e$$

الجنيه يحتوي على 100 قرش ، فإن القرش $\frac{1}{100}$ من الجنيه ، بالمثل فإن شحنة الإلكترون بالنسبة

للكولوم تساوي $\frac{1}{\text{عدد الإلكترونات في الكولوم}}$

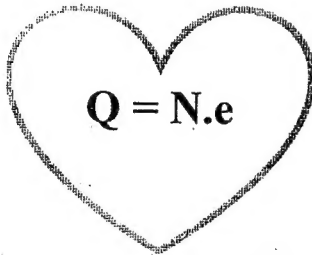
$$e = \frac{1}{6.25 \times 10^{18}} = 1.6 \times 10^{-19} C$$

الكولوم = عدد الإلكترونات في الكولوم x شحنة الإلكترون الواحد

$$6.25 \times 10^{18} * 1.6 \times 10^{-19} = 1 C$$

يمكن استنتاج قانون كمية الكهربية ←

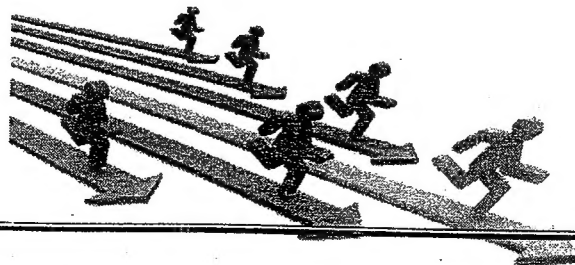
حيث : N عدد الإلكترونات ... e شحنة الإلكترون



مثال : إذا كان عدد الإلكترونات يساوي $18.75 \times 10^{18} e$ احسب الكمية الكهربية.

الحل

$$Q = N.e = 18.75 \times 10^{18} * 1.6 \times 10^{-19} = 3 C$$



شدة التيار الكهربى

للحكم على شدة تيار ماء فى صنوبر فىجب معرفة كمية الماء الخارج من الصنوبر مقارنة بالزمن المستغرق لذلك.

بالمثل : للحكم على شدة التيار الكهربى يجب معرفة كمية الكهربية المارة والزمن اللازم لذلك. فنستنتج أن :

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t}$$

شدة التيار

هى كمية الكهربية المارة عبر مقطع موصل فى الثانية.

يرمز لشدة التيار بـ I ويُقاس بوحدة الأمبير A

ولتعريف الأمبير ← نستعين بالقاعدة التالية :

الوحدة هى كميتها عندما يكون باقى الكميات تساوى واحد.

- بتطبيق ذلك على الأمبير كمثال :

الأمبير

هو شدة التيار الكهربى الناتج عن مرور كمية كهربية مقدارها 1 كولوم فى زمن قدره 1 ثانية.

يمكن تطبيق القاعدة أيضاً على الكولوم والثانية.

" تذكر محمد الذى ذهب من بيته إلى المدرسة راكباً الدراجة مستغرقاً دقيقة "

مثال: احسب شدة التيار الناتجة عن مرور عدد من الإلكترونات مقدارها $1.25 \times 10^{20} e$ فى زمن

قدره 5 sec

موقع ايجي فاست التعليمي

الوحدة الأولى: الكهربائية التيارية

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} = \frac{1.25 \times 10^{20} * 1.6 \times 10^{-19}}{5} = 4 A$$

مثال: إذا كان معدل مرور الإلكترونات e 1.575×10^{23} في الساعة، احسب شدة التيار الكهربائي.

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} = \frac{1.575 \times 10^{23} * 1.6 \times 10^{-19}}{60 * 60} = 7 A$$

ما معنى قولنا أن: شدة التيار = 5A ؟

- معنى ذلك أن كمية الكهرباء المارة عبر مقطع موصل في زمن قدره 1.2 sec يساوي ..
"أكمل"

مثال: إلكترون ذرة الهيدروجين يصنع 3.75×10^{14} دورة في الدقيقة، احسب شدة التيار الناتجة عن ذلك.

الحل

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{N \cdot e}{t} = \frac{3.75 \times 10^{14} * 1.6 \times 10^{-19}}{60} = 1 \times 10^{-6} A = 1 \mu A$$

الأمبير ساعة

الأمبير ساعة

هي وحدة تجارية للدلالة على الكمية الكهربائية

إذا كان A.sec يساوي 1 كولوم ، فإن A.min يساوي 60 كولوم ..

والأمبير ساعة A.hr يساوي 3600 كولوم.

- ما معنى قولنا أن : سعة البطارية تساوي 60A.hr ؟

أي أن تلك البطارية تستطيع إمدادنا بتيار شدته 1A لمدة 60hr

أو تيار شدته 2A لمدة 30hr

أو تيار شدته 3A لمدة 20hr وهكذا

$$Q = I \cdot t = 60 A \cdot hr = 1A \cdot 60hr = 2A \cdot 30hr = 3A \cdot 20hr \\ = 60A \cdot 1hr = \dots$$

أو أن البطارية تحتوي على كمية كهربائية مقدارها $216000 C = 60 * 60 * 60$

المحاضرة الثانية: تابع الكهربائية التيارات

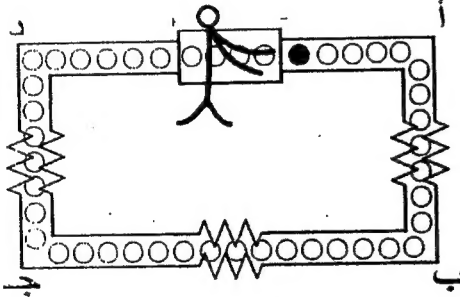
محتويات المحاضرة

مراجعة - ق.د.ك للبطارية - فرق الجهد بين نقطتين - قانون أوم
الطاقة - القدرة - تجميع القوانين

مراجعة

علمنا من المحاضرة السابقة أن الكهربائية التيارات هي الكهربائية التي تتضمن دراسة حركة الشحنات في المواد الموصلة ، وعلمنا ما هو التيار الكهربائي واتجاهي التيار ودرسنا كمية الكهربائية وتعريف الكولوم ، وأدركنا مفهوم شدة التيار ووحدة قياسه وتعلمنا أنه يوجد وحدة تجارية لكمية الكهربائية تسمى الأمبير ساعة.

ق.د.ك للبطارية



الرسم الذي أمامك يوضح دائرة كهربائية بسيطة ، والكارات في السلك تمثل إلكترونات التيار.

الآن سوف نجري دراسة على إحداها وهو الإلكترون المظلل بالرسم.

- من الذي يدفع ذلك الإلكترون في الدائرة ؟
- البطارية هي التي تدفعه في الدائرة كلها داخلها وخارجها.
- هل تدفعه مرة واحدة ؟
- لا ، بل تدفعه عدة مرات.

مما سبق نستنتج أن البطارية هي التي تبذل الشغل لنقل الشحنات الكهربائية في الدائرة كلها داخل المصدر وخارجها .

❖ ملحوظة : الوحدة الدولية لقياس الشحنة الكهربائية هي الكولوم.

ق.د.ك للبطارية

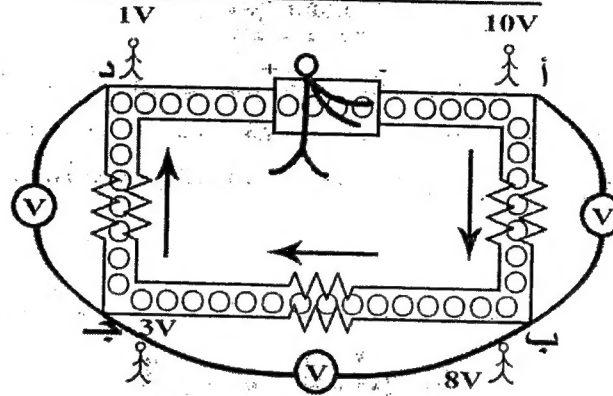
هي الشغل الكلي المبذول لنقل كمية من الكهربائية مقدارها واحد كولوم في الدائرة كلها داخل المصدر وخارجها .

يُرمز لـ ق.د.ك بـ V_B, emf, E

تُقاس ق.د.ك للبطارية بوحدة الفولت.

- ما معنى قولنا أن : ق.د.ك لبطارية $10V$ ؟
أي أن تلك البطارية تبذل شغلًا قدره $10J$ لنقل كمية من الكهرباء مقدارها $1C$ في الدائرة كلها داخل المصدر وخارجه.

فرق الجهد بين نقطتين



الرسم الذي أمامك يوضح دائرة بسيطة بها بطارية قوتها الدافعة $10V$ ، يتمثل تلك البطارية بشخص يحمل $1C$ وعداد يوضح طاقته نجد أنه عند النقطة "أ" لم يبذل أي شغل (ذلك بإهمال مقاومة السلك لأنها صغيرة جدًا) فيكون جهد النقطة "أ" لا يزال $10V$ ولكن عندما يمر بالمقاومة التي بين "أ" و "ب" فإنها تستهلك جزءًا من طاقته ولتكن $2J$ فيكون الجهد عند النقطة "ب" يساوي $8V$ وعندما يمر بالمقاومة التي بين "ب" و "ج" فإنها تستهلك جزءًا آخر من طاقته وليكن $5J$ فيكون الجهد عند النقطة "ج" يساوي $3V$ وعندما يمر بالمقاومة التي بين "ج" و "د" فإنها تستهلك جزءًا آخر من طاقته وليكن $2J$ فيكون الجهد عند النقطة "د" يساوي $1V$

- ما هو فرق الجهد بين النقطة "أ" والنقطة "ب" ؟

$$V_{AB} = V_A - V_B = 10 - 8 = 2V$$

- ما هو فرق الجهد بين النقطة "ب" والنقطة "ج" ؟

$$V_{BC} = V_B - V_C = 8 - 3 = 5V$$

- ما هو فرق الجهد بين النقطة "ج" والنقطة "د" ؟

$$V_{CD} = V_C - V_D = 3 - 1 = 2V$$

إذا كنت من أقوياء الملاحظة ستلاحظ أن فرق الجهد بين نقطتين = الشغل المبذول لنقل $1C$ بينهما

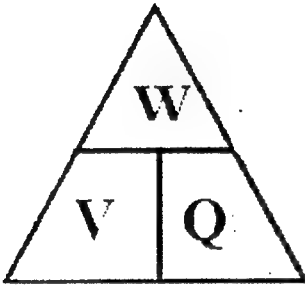
الآن يمكننا تعريف فرق الجهد بين نقطتين:

فرق الجهد بين نقطتين

هو مقدار الشغل المبذول لنقل كمية من الكهرباء مقدارها 1 كولوم بين

$$W = V.Q$$

حيث W هي الشغل المبذول ، V هي فرق الجهد بين نقطتين ، Q هي كمية الكهرباء.



" لتأكيد مفهوم القانون السابق تذكر من المحاضرة مثال الشغل الذي تبذله لنقل الحقايب بين أدوار مختلفة "

- ما معنى قولنا أن : فرق الجهد بين نقطتين $= 5V$ ؟
أي أن الشغل المبذول لنقل كمية من الكهرباء مقدارها 1C بين هاتين النقطتين يساوي 5J
- ما معنى قولنا أن : فرق الجهد بين نقطتين $= 10V$ ؟
أي أنه يُبذل شغل قدره 5J لنقل كمية من الكهرباء مقدارها بين هاتين النقطتين.
- ما معنى قولنا أن : فرق الجهد بين نقطتين $= 100V$ ؟
أي أن الشغل المبذول لنقل إلكترون بين هاتين النقطتين يساوي

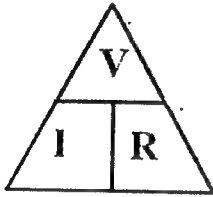
بالرجوع إلى المثال السابق ، هل لاحظت أن البطارية قامت بعملية سرقة ؟ فمكتوب عليها 10V بينما لم نستفد منها إلا بـ 9V فقط ، أين ذهب الفولت الباقي يا محتالة ؟

البطارية ليست محتالة فنحن افترينا عليها بهتاناً وظلماً ، تعريف ق.د.ك هو الشغل الكلي المبذول لنقل كمية من الكهرباء مقدارها 1C في الدائرة كلها داخل المصدر وخارجه ، الفولت المتبقي استهلك داخل البطارية لأن داخلها مواد لها مقاومة وكلما زادت المقاومة الداخلية للبطارية قلت كفاءة البطارية (أصبحت أردأ).

قانون أوم

"زود قيهك ، قلل آرك .. تزيد آيك"

نتمنى أن تكونوا قد اتبعتم التعليمات السابقة حتى يزيد آيكم ، إذا كانت آيك قليلة – فضلاً وليس أمراً اتبع التعليمات التالية



$$I = \frac{V}{R}$$

كلما زادت الدوافع وقلت المعوقات زادت السرعة. "تذكر مثال الخزانين والماسورة الواصلة بينهما"

قانون أوم

عند ثبوت درجة حرارة الموصل

فإن شدة التيار تتناسب تناسباً طردياً مع فرق الجهد بين طرفيه

❖ ملاحظات على التعريف :

1- لا تكتب " عند ثبوت المقاومة " وسوف تعرف السبب في المحاضرة القادمة.

2- لا تكتب " V تتناسب مع I " ($V \propto I$)

" تذكر من المحاضرة مثال دفع السيارة "

بعض الناس يظن ظلماً أن المقاومة ليس لها داع في حياتنا فهي تعيق التيار وتقلله.

ونرد على هؤلاء ونقول لهم : انظر حولك في الغرفة التي تجلس بها ، هل التكييف يسحب نفس تيار الراديو؟ بالطبع لا ، إن تيار التكييف أكبر من تيار الراديو بكثير على الرغم من أن كليهما متصل بفرق جهد واحد (220V) وذلك حدث بفضل المقاومة ، فمن الأغراض الرئيسية للمقاومة هو التحكم في شدة التيار.

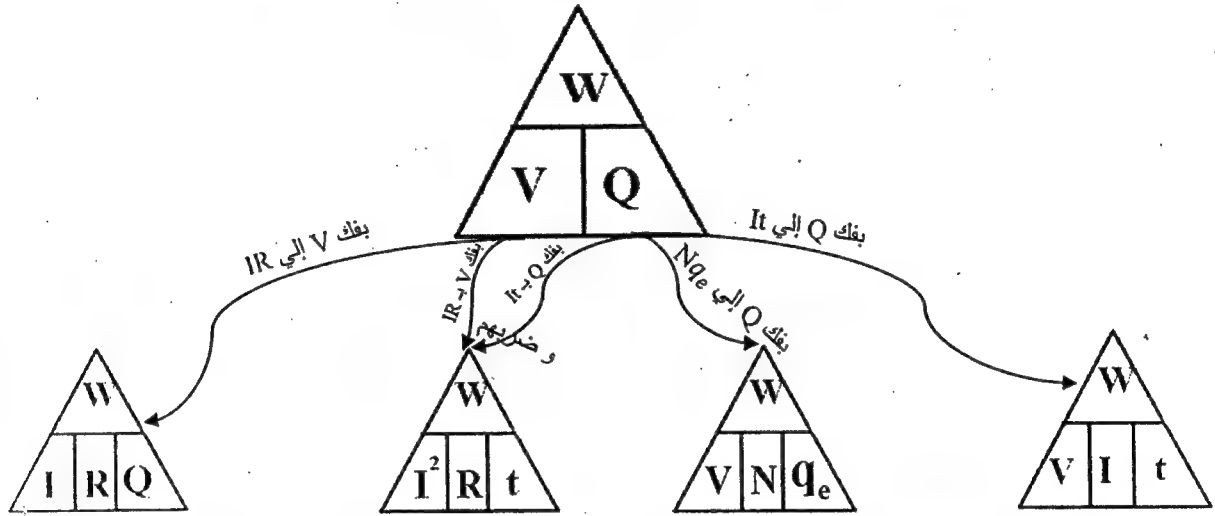
الطاقة

هل سألت نفسك يوماً ما هي السلعة التي أدفع مقابلها أموالاً لمندوب شركة الكهرباء ؟

هل يحاسبنا على شدة التيار أم فرق الجهد أم المقاومة ؟

إنه لا يحاسبنا على أي مما سبق ، نحن ندفع الأموال مقابل الطاقة التي نستهلكها.

مما سبق نعلم أن الشغل (الطاقة الكهربائية) تساوي حاصل ضرب فرق الجهد في كمية الكهربائية.



مثال : احسب الطاقة اللازمة لنقل كمية من الكهربائية 7C بين نقطتين فرق الجهد بينهما 220V

الحل

$$W = V \cdot Q = 7 \times 220 = 1540 J$$

.....

مثال : احسب الطاقة اللازمة لنقل $18.75 \times 10^{18} e$ بين نقطتين فرق الجهد بينهما 5V

الحل

$$W = V \cdot N \cdot q_e = 5 \times 18.75 \times 10^{18} \times 1.6 \times 10^{-19} = 15 J$$

.....

مثال : احسب الطاقة الكهربائية المستنفذة في سلك مقاومته 5Ω يمر به تيار قدره 5A في زمن ساعة.

الحل

$$W = I^2 \cdot R \cdot t = 5^2 \times 5 \times 60 \times 60 \times 1 = 4.5 \times 10^5 J$$

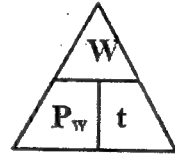
القدرة

تُقاس قدرة الفرد بمقدار الشغل الذي ينجزه مقارنة بالوقت (تذكر مثالي سنديلا ونوسا قبل العيد).
وبالتالي يمكننا تعريف القدرة كالتالي :

القدرة

هي المعدل الزمني لبذل الشغل

$$P_w = \frac{W}{t}$$

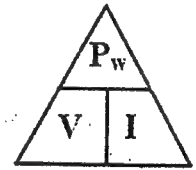
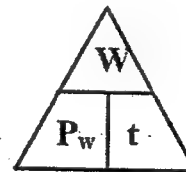
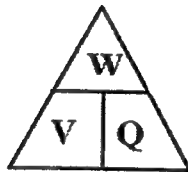
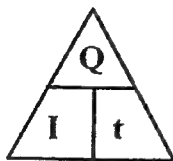
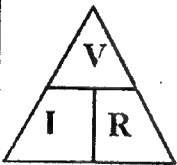


حيث P_w هي القدرة الكهربائية ، W هو الشغل ، t هو الزمن.

تُقاس الوحدة الكهربائية بوحدة الوات Watt

- ما معنى أن مصباحًا مكتوب عليه $1000W - 220V$ ؟
أي أن ذلك المصباح يستهلك طاقة كهربائية مقدارها $1000J$ في زمن قدره $1sec$ عندما يكون فرق الجهد $220V$

تجميع القوانين



لحفظ المثلثات السابقة تذكر من المحاضرة مثال الحريق.

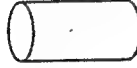
المحاضرة الثالثة: تابع الكهربائية التيارية

محتويات المحاضرة

مقاومة موصل - مقاومة نوعية - توصيلية كهربية - مسائل - العداد - الأجهزة الكهربائية وعلاقتها بالعداد وقوانين المنهج - القفلة والسلك المنصهر والشبكة الكهربائية

مقاومة موصل

هل يمكنك معرفة إذا كانت مقاومة موصل ما كبيرة أم صغيرة ؟



■ مقاومة الموصل تتوقف على عدة عوامل :

- نوع المادة : لأن وفرة الإلكترونات الحرة تختلف من مادة لأخرى.
- المسافات البينية بين الجزيئات تختلف من مادة لأخرى ، فالاحتكاك الذي تعانيه الإلكترونات يختلف من مادة لأخرى.
- ∴ تختلف مقاومة موصل من مادة لأخرى.
- ولكل مادة رقم خاص بها مميز لها ، اسمه المقاومة النوعية للمادة ρ_e
- ❖ إذن مقاومة الموصل R تتناسب مع المقاومة النوعية للمادة تناسباً طردياً من مادة إلى أخرى. بمعنى أنه لو أحضرت مادتين وجعلت منهما موصلين بنفس الطول ونفس المقطع وفي نفس درجة الحرارة ولكن المادتين مختلفتين (نحاس والومنيوم مثلاً) ... من صاحب المقاومة الأكبر منهما ؟ النحاس أم الألومنيوم ؟
- أكد صاحب المقاومة النوعية الأكبر ، فإذا كان أحدهما مقاومته النوعية ضعف الآخر فإن مقاومته أيضاً تكون ضعف الآخر (عند تطابقهما في الشكل الهندسي ودرجة الحرارة) . ∴ من مادة إلى أخرى إذا زادت المقاومة النوعية للضعف فإن المقاومة تزداد للضعف.

نحاس

الومنيوم

1- طول الموصل :

طول الموصل أيضاً يؤثر في المقاومة تأثيراً طردياً ($R \propto l$) لأنه بالمنطق كلما يزداد طول الموصل ، تزداد المعاناة داخل الموصل ، أي إنه إذا زاد طول الموصل للضعف تزداد المقاومة للضعف.

1m



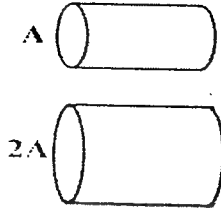
∴ ($R \propto l$) عند ثبات باقي العوامل.

مثال : لو جيت بكرة سلك وسحبت منها حدة طولها متر ، وبعدين سحبت حدة طولها مترين (من نفس البكرة) يعني نفس نوع المادة ونفس مساحة المقطع وفي نفس درجة الحرارة نجد أن ...



المعاناة التي يعانيها التيار في السلك الذي طوله متران ضعف المعاناة التي يعانيها في السلك الذي طوله متر واحد.

2- مساحة المقطع :



تتناسب المقاومة تناسباً عكسياً مع مساحة مقطع الموصل.
كلما زادت مساحة المقطع .. يستطيع التيار أن يمر في الموصل بسهولة أكثر.
مثال : الشارع لما يوسعوه نجد أن أنسياب السيارات فيه سيكون أفضل.

3- درجة الحرارة :

درجة الحرارة تؤثر في المقاومة ولكن هل تؤثر طردياً أم عكسياً ؟
طلب تعالوا نفكر كذا .. يعني ايه تناسب طردي ؟ يعني لو درجة الحرارة زادت للضعف
المقاومة تزيد للضعف ، هل هذا صحيح ؟ تعالوا نشوف ← قمنا بزيادة درجة الحرارة
للضعف وجدنا أن مقاومة الموصل زادت ولكن ليس للضعف .. يعني إذا قمنا بتسخين
سلك لضعف درجة حرارته فإن مقاومته لن تزداد لضعف قيمتها ، يمكن أن تزداد
المقاومة مرة ونصف في مادة وتزداد مرة وربع في مادة أخرى ومرة وخمس في مادة
أخرى .. إذن طريقة الزيادة تختلف من مادة لأخرى.
بعض المواد عن زيادة درجة الحرارة نجد أن مقاومتها تقل مثل السليكون.
∴ تأثير درجة الحرارة على المقاومة تأثير غير منتظم لذلك لا يمكننا القول بأن درجة
الحرارة تتناسب طردياً أو عكسياً مع المقاومة.

✓ لذلك نقوم بتنفيذ هذا القانون $R = \rho_e \frac{l}{A}$ ولكن بشرط ثبوت درجة الحرارة.
∴ قانون مقاومة الموصل هو :

$$R = \rho_e \frac{l}{A}$$

عند ثبوت درجة الحرارة

- اذكر العوامل المؤثرة في مقاومة موصل.
عند ثبوت درجة حرارة الموصل فإن مقاومته تتوقف على :

- 1- طول الموصل l
- 2- مساحة مقطعه A
- 3- نوع مادته (مقاومته النوعية ρ_e)

المقاومة النوعية

$$\rho_e = \frac{RA}{l}$$

وحدتها $\Omega.m$

موقع ايجي فاست التعليمي

الوحدة الأولى: الكهربائية

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

لو معاك سلك نحاس وأنت في المعمل ، هل تقدر تعين عملياً المقاومة النوعية لهذا السلك ؟
 ← نحضر مسطرة وأوميتير ، مسطرة لقياس طول السلك ، وأيضا لقياس مساحة مقطعه عن طريق قياس قطر السمك ونقسمه على 2 وبالتالي يبقى حسبنا نصف القطر ومنه أعوض في $A = \pi r^2$ وأوميتير لقياس المقاومة.
 نقوم بتوصيل السلك بطرفي الأوميتير ونقرأ المقاومة وبذلك نبقى حسبنا A, l, R ونحسب ρ_e ولكن .. لو قمت بإعادة نفس التجربة في (أمريكا مثلا) نحصل على نتيجة مختلفة للمقاومة النوعية ، ايه السبب !!؟

- السبب هو اختلاف درجة الحرارة.

ولذلك قرر العلماء حساب المقاومة النوعية عند $0^\circ C$ للحصول على نفس النتيجة.

المقاومة النوعية

هي مقاومة موصل من هذه المادة طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$ عند $0^\circ C$

- الحس التقديري : هو استخدام المنطق في تقدير الحل
 مثال ← لو أعطيتك مسألة مطلوب فيها كتلة رجل ، أنت حليت طلعت معاك كتلة الرجل 2Kg " إن كنت مركز " سوف يستوقفك الحل ، لأنه رقم غير منطقي تماماً لكتلة رجل.
 طب عرفت منين إنه غير منطقي .. لأن المخ يُخترن فيه إن الـ range بتاع كتلة الرجل 60 , 70 , 80 , 100 Kg
 " إِنَّ اللَّهَ يُحِبُّ إِذَا عَمِلَ أَحَدُكُمْ عَمَلًا أَنْ يُتَّقَنَهُ " يعني أنت كطالب وأنت بتحل المسألة تنتقلش على اللي بعدها إلا لما تقيس المسألة بمحك " حس تقديري " وتشوف الحل منطقي ولا لا وإذا كان غير منطقي راجع مرة ثانية وهتكتشف إنك أخطأت وعدّل الحل وسوف تصل للنتيجة الصحيحة.

مثال : المقاومة النوعية لمادة .. ايه الـ range بتاعها ؟
 لو المادة مثلا نحاس أو ألومنيوم أو حديد .. دي مواد جيدة التوصيل أي أن مقاومتها النوعية صغيرة الـ range بتاعها

$$\rho_e = 5 \times 10^{-7} \text{ or } 3 \times 10^{-4} \rightarrow \text{رقم} \times 10^{-\text{رقم}}$$

- ما معنى أن المقاومة النوعية للنحاس $2 \times 10^{-7} \Omega.m$ ؟
 أي أننا لو أحضرنا موصلًا من النحاس طوله 1m ومساحة مقطعه $1m^2$ وقسنا مقاومته عند $0^\circ C$ لوجدناها $2 \times 10^{-7} \Omega$

- ما العوامل المؤثرة في المقاومة النوعية لمادة موصل ؟
 نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة.

موقع ايجي فاست التعليمي

الوحدة الأولى: الكهربائية التيارية

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

- إذا زاد طول الموصل للضعف فإن مقاومته النوعية تظل ثابتة.
لأنه بزيادة الطول للضعف تزداد المقاومة للضعف ومن العلاقة $\rho_e = \frac{RA}{l}$ تظل المقاومة النوعية ثابتة.
 - إذا زادت المساحة للضعف فإن المقاومة النوعية تظل ثابتة.
لأنه بزيادة المساحة للضعف تقل المقاومة للنصف ومن العلاقة $\rho_e = \frac{RA}{l}$ تظل المقاومة النوعية ثابتة.
- ∴ لا تتغير المقاومة النوعية بتغير الطول أو المساحة.

التوصيلية الكهربائية

$$\sigma = \frac{1}{\rho_e} = \frac{l}{RA}$$

وحدتها $\Omega^{-1} \cdot m^{-1} = \text{simon} \cdot m^{-1}$

- ما العوامل المؤثرة في التوصيلية الكهربائية ؟
نوع المادة عند ثبوت درجة الحرارة.
- إذا زاد الطول للضعف فإن التوصيلية الكهربائية تظل ثابتة.
حيث إنه بزيادة الطول للضعف تزداد أيضًا المقاومة للضعف فتظل النسبة ثابتة.
- إذا زادت المساحة للضعف فإن التوصيلية الكهربائية تظل ثابتة.

التوصيلية الكهربائية

هي مقلوب المقاومة النوعية لمادة

- ما معنى أن التوصيلية الكهربائية للنحاس $0.5 \times 10^7 \Omega^{-1} m^{-1}$ ؟
أي أن مقلوب المقاومة النوعية لهذه المادة $0.5 \times 10^7 \Omega^{-1} \cdot m^{-1}$
أو أن المقاومة النوعية للنحاس $2 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ $\left(\frac{1}{0.5 \times 10^7}\right)$
" خطأ شائع هو أن الطالب يقلب الأس من موجب لسالب وينسى يقلب الرقم وهذا خطأ "

أو أن مقاومة موصل من النحاس طوله 1m ومساحة مقطعه 1m^2 عند 0°C تساوي $2 \times 10^{-7} \Omega$

المسائل

"نفسى أعرف أحل مسائل ازاي ؟؟؟؟"

أنت في المحاضرة دي هتحل على أي قانون ؟

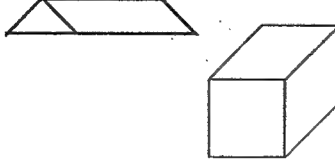
$$R = \rho_e \frac{l}{A}, \quad \sigma = \frac{1}{\rho_e}$$

- تكتب القوانين قدامك

- لازم تبقى عارف إن المسائل 5 مستويات :

مسائل مباشرة - مسائل تحويلات - مسائل العنصر المكسور

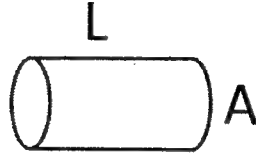
مسائل الحالتين - مسائل البياني (المحاضرة القادمة)

العنصر المكسور	تحويلات	مباشرة
$R \rightarrow V = IR$ $R \rightarrow P_w = I^2 R$ $R \rightarrow P_w = \frac{V^2}{R}$ $\rho_e \rightarrow \rho_e = \frac{1}{\sigma}$ $A \rightarrow \pi r^2$ (غالباً دائرة) $A \rightarrow$ أشكال أخرى 	$R = \rho_e \frac{l}{A}$ لا بد من استخدام الوحدات الدولية في المسائل. $l \rightarrow (m)$ $A \rightarrow (m^2)$ $R \rightarrow (\Omega)$	$R = \rho_e \frac{l}{A}$ $\sigma = \frac{1}{\rho_e}$ بيديك في المسألة كل العناصر ما عدا عنصر واحد. بتأكد من المعطى لو مش عارفه عن طريق وحدته اللي في المسألة. علاج المشاكل اللي بتقابلك في المسائل المباشرة : 1- حفظ القانون. 2- عدم التناكة على المسألة والحل والتعويض بابتقان وتركيز.

لأن ممكن بدل ما يقولك سلك معدني يقولك قضيب معدني مقطعه مستطيل أو مربع أو مثلث.

- الطول والمساحة معًا A, l (اللعب هنا ، احذر) :

$$Vol_{\text{سلك}} = A_{\text{مقطع السلك}} \cdot l_{\text{سلك}}$$



الشكل الهندسي للسلك أسطواني طويل.
حجم الأسطوانة = مساحة القاعدة \times الارتفاع
∴ حجم السلك = مساحة المقطع \times الطول

- الحجم معلوم والطول مجهول :

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \frac{\left(\frac{Vol}{A}\right)}{A} = \rho_e \frac{Vol}{A \cdot A} = \rho_e \frac{Vol}{A^2}$$

- الحجم معلوم ومساحة المقطع مجهولة :

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \frac{l}{\left(\frac{Vol}{A}\right)} = \rho_e \frac{l \cdot l}{Vol} = \rho_e \frac{l^2}{Vol}$$

- الكثافة والكتلة والحجم :

$$m_{\text{سلك}} = \rho_{\text{مادة السلك}} \cdot Vol_{\text{سلك}} = \rho_{\text{مادة السلك}} \cdot (A_{\text{مقطع السلك}} \cdot l_{\text{سلك}})$$

- الكثافة والكتلة معلومان ، والطول مجهول :

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \left(\frac{\left(\frac{m}{\rho A}\right)}{A} \right) = \rho_e \frac{m}{\rho \cdot A^2}$$

- الكثافة والكتلة معلومان ، ومساحة المقطع مجهولة :

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \left(\frac{\rho l}{m} \right) \cdot l = \rho_e \frac{\rho l^2}{m}$$

- الآن يمكننا التعرف على وحدات جديدة :

$$Vol \rightarrow (m^3)$$

$$cm^3 \xrightarrow{\times 10^{-6}} m^3$$

$$m \rightarrow Kg$$

$$gm \xrightarrow{\times 10^{-3}} Kg$$

$$\rho \rightarrow Kg/m^3$$

$$\frac{gm}{cm} \xrightarrow{\times 10^{-6}} \xrightarrow{\times 10^3} \frac{Kg}{m^3}$$

ملحوظة : مسائل العنصر المكسور يكثر فيها التحويلات.

- لو معاك مكعب من الصلصال و قمت بتشكيله علي هيئة سلك، أيهما أكبر حجم الصلصال عندما كان مكعب أم حجم الصلصال بعدما أصبح سلك؟؟

← إذا أعيد تشكيل جسم فإنه يحافظ علي حجمه .
أي أن حجم السلك = حجم المكعب

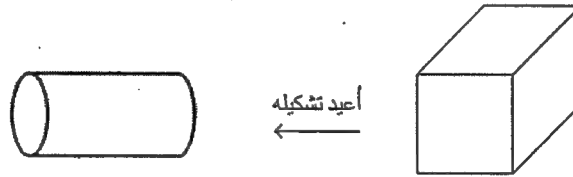
- لو متوازي مستطيلات شكلته علي هيئة سلك ← حجم المتوازي = حجم السلك.
- لو كرة نحاس شكلتها علي هيئة سلك ← حجم الكرة = حجم السلك ، و هكذا

■ حجم المكعب = l^3 = طول الضلع × نفسه × نفسه

■ حجم متوازي المستطيلات = $l \cdot w \cdot h$ = الطول × العرض × الارتفاع.

- 1- مسألة : مكعب من النحاس طول ضلعه 10 cm أعيد تشكيله علي شكل سلك مساحة مقطعه 2 mm^2 فإذا علمت أن المقاومة النوعية للنحاس $2 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$ ، احسب مقاومة هذا السلك ؟
(50 Ω)

الحل :



$$R = \rho_e \frac{l_{\text{سلك}}}{A}$$

$$Vol_{\text{سلك}} = Vol_{\text{مكعب}} = l^3 = (0.1)^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$A_{\text{سلك}} = 2 \text{ mm}^2 = 2 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$\rho_e = 2 \times 10^{-7} \Omega \cdot m$$

$$R = \rho_e \frac{l}{A} = \rho_e \frac{Vol}{A^2} = 2 \times 10^{-7} \times \frac{10^{-3}}{(2 \times 10^{-6})^2} = 50 \Omega$$

.....

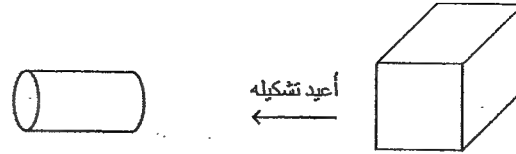
- 2 - مسألة : متوازي مستطيلات من مادة أبعاده $10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ أعيد تشكيله علي

شكل سلك طوله 20 m فأصبحت مقاومة السلك 10 Ω ، احسب المقاومة النوعية

$$(1.5 \times 10^{-4} \Omega \cdot m)$$

للك المادة؟؟

الحل :



$$Vol_{\text{سلك}} = Vol_{\text{متوازي}} = l.w.h = 0.1 \times 0.2 \times 0.3 = 6 \times 10^{-3} m^3$$

طريقة (2)

$$A_{\text{سلك}} = \frac{Vol_{\text{سلك}}}{l_{\text{سلك}}} = \frac{6 \times 10^{-3}}{20} = 3 \times 10^{-4} m^2$$

$$\rho_e = \frac{RA}{L} = \frac{10 \times 3 \times 10^{-4}}{20} = 1.5 \times 10^{-4} \Omega.m$$


طريقة (1)

$$\rho_e = \frac{RA}{L} = \frac{10 \times 6 \times 10^{-3}}{(20)^2} = 1.5 \times 10^{-4} \Omega$$

العداد

أحاد	عشرات	مئات	آلاف	عشرات الآلاف
2	4	5	3	0

كيلو وات . ساعة



عداد كيلو وات . ساعة

عداد وجه واحد 2 سلك

220 فولت	50 هرتز
----------	---------

10 أمبير

شركة توزيع كهرباء القاهرة

• العداد ... يا تري هو بيعد إيه ؟؟

0	3	5	4	2
---	---	---	---	---

- وظيفة العداد هي حساب الطاقة الكهربائية المستهلكة.
- وقراءة العداد هي المبينة في الشكل الآتي من الرسم
- ويستخدم العداد وحدة الكيلو وات ساعة لحساب الطاقة المستهلكة.

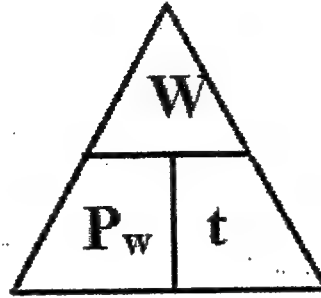
$$W.S = 1 J$$

$$W.min = 60 J$$

$$W.hr = 3600 J$$

$$KW.hr = 3600,000 J$$

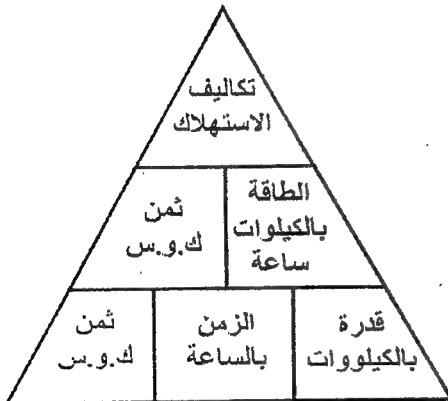
$$KW.hr = 3.6 \times 10^6 J$$



- من المثلث

∴ الكيلو وات ساعة : وحدة تجارية لقياس الطاقة الكهربائية و يكفيء $3.6 \times 10^6 J$ و يستخدم في العداد المنزلي .

- كشف النور لما يبجي يكشف بيكون معاه قراءة الشهر اللي فات اللي هي
- 0 | 3 | 5 | 4 | 2
- 0 | 3 | 5 | 9 | 2
- و بياخد قراءة الشهر الجديد اللي هي مثلاً
- ، معني ذلك أنه تم استهلاك 50 كيلو وات ساعة
- و الكيلو وات ساعة مثلاً بـ 20 قرش ... اذا تكاليف الإستهلاك تساوي
- $1000 = 20 \times 50$ قرش (10 جنية)
- من المثلث الآتي يمكننا حساب تكاليف الإستهلاك.



تكاليف الإستهلاك = الطاقة بالكيلو وات ساعة × ثمن ك . و . س

= قدرة لكيلو وات × الزمن بالساعة × ثمن ك . و . س

مثال: فرضا القاعة اللي انت جالس فيها موجود فيها 3 تكييفات و فرضنا أن كلا منهم 2000 وات و اللمبات و المراوح و الميكروفون 1000 وات ... اذا كلهم 7000 وات يعني 7 كيلو وات و محاضرة الفيزيا 3 ساعات يبقي كذا هنستهلك كام كيلو وات ساعة ؟؟ ← 21 كيلو وات ساعة

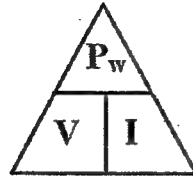
ليه ← ضربنا قدرة الأجهزة 7 كيلو وات × الزمن 3 ساعات = 21 كيلو وات ساعة

و مثلاً إذا كان الكيلو وات ساعة تكلفته 20 قرش

إذا تكاليف الإستهلاك 20 قرش × 21 كيلو وات ساعة

$$V \times I_{max} = P_{W_{max}}$$

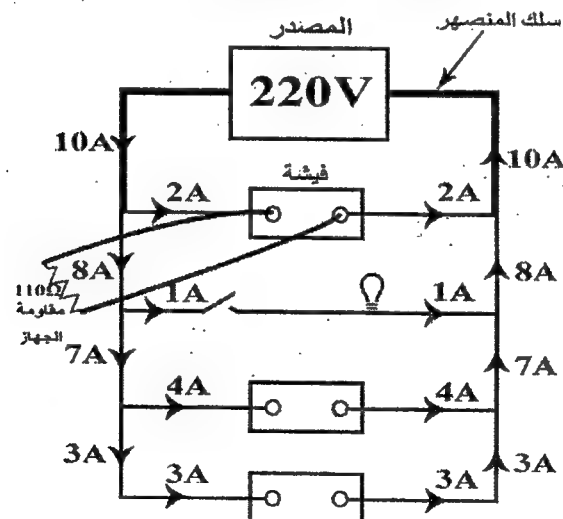
$$220 \times 10 = 2200 \text{ W.}$$



- س (مهم) : ما معني ان جهاز مكتوب عليه (220 V - 440 W) ؟؟

- أي أن هذا الجهاز يحتاج لمصدر قوته الدافعة 220 V و أن هذا الجهاز يستهلك طاقة كهربائية 440 J كل ثانية.

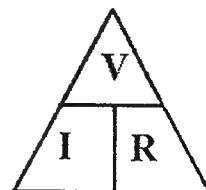
الشبكة الكهربائية



في الجهاز (1) التيار المطلوب أن يدخله هو 2 A فقط .

ازاي؟؟ عن طريق مقاومة تحسب قيمتها من المثلث فتوضع مقاومة تساوي $\frac{220}{2}$

110 أوم



موقع ايجى فاست التعليمى

الوحدة الأولى: الكهربائية

الفصل الأول: التيار الكهربى وقانون أوم

في اللبة (2) مطلوب يمر بها تيار 1 A نقوم بغلق المفتاح و نوضع مقاومة قيمتها $\frac{220}{1} = 220$ أوم

في الجهاز (4) مطلوب يمر 4 A نقوم بوضع مقاومة $\frac{220}{4} = 55$ أوم

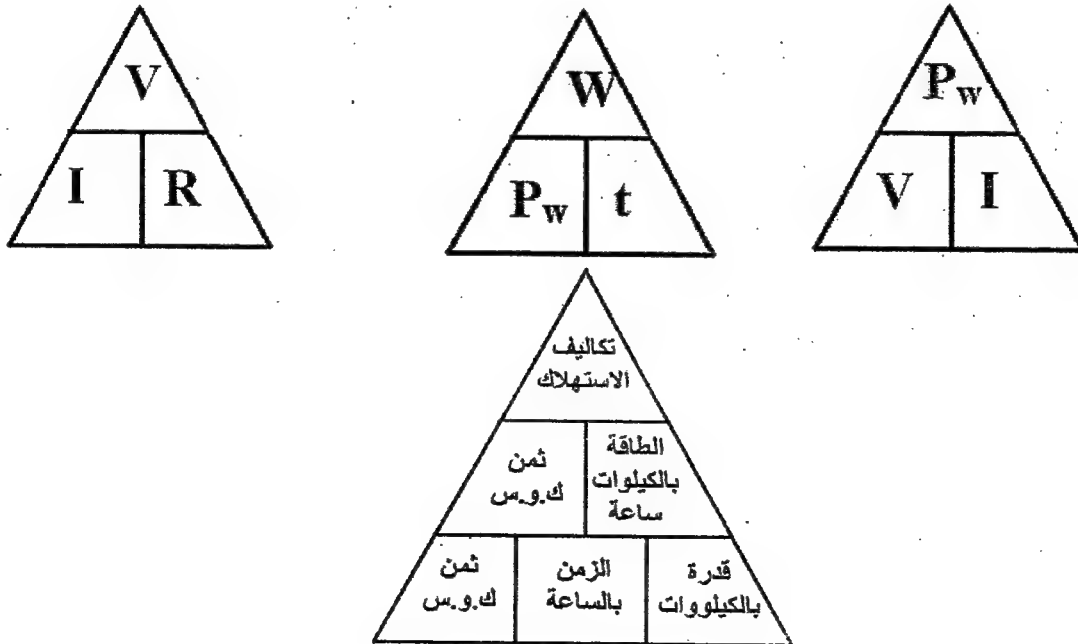
• نلاحظ أن في الشبكة الكهربائية يمر أكبر تيار في الجزء من السلك على جانبي المصدر لذلك نستخدم أسلاك سميكة على جانبي المصدر.

س (مهم) : علل : يستخدم سلك سميك على جانبي المصدر في الدائرة الكهربائية ؟؟

ج : حتي يتحمل شدة التيار الأقوي لأنه يمر به كل تيار الدائرة.

- إذا قمت بتشغيل أجهزة أكثر و مثلاً كان التيار المار 15 أمبير ... السلك هيسخ و الشبكة الكهربائية تهدمر فما الحل للحفاظ على الشبكة ؟؟
← نضع سلك من الرصاص اسمه سلك المنصهر و اسمه المنصهر لأن الرصاص ينصهر بسهولة و إذا زاد التيار عن 10 أمبير يحترق سلك المنصهر أولاً فيحافظ على الشبكة الكهربائية و يكون سلك رفيع و قصير .
- سلك المنصهر : هو سلك رفيع من الرصاص وظيفته حماية الشبكة الكهربائية بالمنازل و إذا احترق يمكن استبداله عن طريق وضع سلك آخر رفيع و من الخطأ تغييره بوضع سلك سميك لأن هذا يؤدي إلي تدمير الشبكة .

- يوجد سلك المنصهر في السيارات.



المحاضرة الرابعة: تابع الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

أفكار سُحب سلك - أفكار تُثني سلك - مسائل الحاليتين

توصيل المقاومات علي التوالي و التوازي

أفكار سُحب سلك

عندما يقول سُحب سلك أي أن السلك أصبح أطول و أرفع مما كان (كاللبانة) أي أنه زاد طوله و قلت مساحة مقطعه.

• سُحب سلك حيث زاد طوله إلي الضعف فإن مقاومته تزداد إلي 4 أمثاله

نبدأ نكتب القانون و نسجل ما حدث من تغيرات لكل عنصر.

$$R = \rho_e \frac{L}{A} \rightarrow 1 \times \frac{2}{\frac{1}{2}} = 4$$

عند زيادة طول السلك للضعف قلت مساحة مقطعه إلي النصف و لكن تظل ρ_e ثابتة لأنه نفس السلك أي لم يحدث تغيير في نوع المادة. فتزداد المقاومة إلي 4 أمثاله .

• سُحب سلك مقاومته 50 أوم بحيث زاد طوله إلي الضعف فإن مقاومته سوف تصبح 200 أوم

(زادت إلي 4 أمثاله)

• سُحب سلك بحيث زاد طوله إلي 3 أمثاله فإن مقاومته سوف تزداد إلي 9 أمثاله

$$R = \rho_e \frac{L}{A} \rightarrow 1 \times \frac{3}{\frac{1}{3}} = 9$$

عند زيادة طول السلك إلي 3 أمثاله فإن مساحة مقطعه تقل إلي الثلث و تظل ρ_e ثابتة و بالتالي فإن المقاومة سوف تزداد إلي 9 أمثاله.

• سحِب سلك بحيث قل نصف قطر مقطعه إلى النصف فإن مقاومته سوف تزداد إلى 16 مرة قدر ما كانت عليه.



$$\because A = \pi r^2$$

$$\downarrow \quad (\downarrow)^2$$

بنقص نصف القطر للنصف تقل مساحة المقطع إلى الربع.

$$R = \rho_e \frac{l}{A} \rightarrow 1 \times \frac{4}{\frac{1}{4}} = 16$$

عندما يقل نصف قطر المقطع إلى النصف تقل مساحة المقطع إلى الربع فيزداد طول السلك إلى 4 أمثاله و تظل ρ_e ثابتة ، و بالتالي فإن مقاومته تزداد إلى 16 مرة قدر ما كانت عليه.

• سحِب سلك مقاومته 50 أوم بحيث قل نصف قطر مقطعه للنصف فإن مقاومته سوف تصبح $800 = (16 \times 50)$ أوم

• سحِب سلك بحيث قل قطر مقطعه إلى النصف فإن مقاومته سوف تزداد إلى 16 مرة قدر ما كانت عليه.

عندما يقل القطر للنصف أيضا يقل نصف القطر للنصف كالمسألة السابقة فبالتالي تزداد المقاومة إلى 16 مرة قدر ما كانت عليه.

• سحِب سلك بحيث قل محيط مقطعه إلى النصف فإن مقاومته سوف تزداد إلى 16 مرة قدر ما كانت عليه.

$$\text{عندما يقل محيط المقطع إلى النصف يقل أيضا نصف القطر إلى النصف}$$

$$\text{فتقل مساحة المقطع إلى الربع و يزداد الطول إلى 4 أمثاله و بالتالي}$$

$$\text{تزداد المقاومة إلى 16 مرة قدر ما كانت عليه كالمسألة السابقة}$$

أفكار تُثني سلك

- أي أن السلك أصبح أقل طولاً وأكثر سمكاً
• تُثني سلك من المنتصف و أعيد توصيله فإن مقاومته سوف تقل إلى الربع.

$$R = \rho_e \frac{l}{A} \rightarrow 1 \times \frac{\frac{1}{2}}{2} = \frac{1}{4}$$

بنقص الطول إلى النصف تزداد مساحة المقطع إلى الضعف و تظل ρ_e ثابتة و بالتالي فإن المقاومة سوف تقل للربع.

مسائل الحالاتين

- في مسائل الحالاتين تُمسك المسألة من ذيلها أي آخر كلمة طلبها في المسألة.
• سلكان طول الأول ضعف الثاني و مساحة مقطع الأول $\frac{2}{3}$ الثاني و المقاومة النوعية للأول $\frac{2}{5}$ الثاني، اوجد النسبة بين مقاومة الأول و مقاومة الثاني.

$$R = \rho_e \frac{l}{A} \xrightarrow{\text{نحوه إلى قانون نسبة}} \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_{e1} \cdot l_1 \cdot A_2}{\rho_{e2} \cdot l_2 \cdot A_1} = \frac{2 \times 2 \times 3}{5 \times 1 \times 2} = \frac{6}{5}$$

- سلكان طول الأول 3 أمثال الثاني و كتلة الأول ضعف الثاني و كثافة مادة الأول $\frac{3}{7}$ الثاني و مقاومة الأول $\frac{4}{5}$ من الثاني، اوجد النسبة بين المقاومة النوعية للأول إلى الثاني.

← تمسك المسألة من ذيلها

$$\rho_e = \frac{RA}{l}$$

نجد أنه ذكر في المسألة المقاومة و الطول و لكن لم يذكر مساحة المقطع ، و ذكر الكتلة و الكثافة بدلا منها لذلك نستخدم القانون التالي $m_{\text{سلك}} = \rho_{\text{سلك}} Al$

$$\therefore A = \frac{m}{\rho l}$$

$$\rho_e = \frac{Rm}{l^2 \rho} \xrightarrow{\text{نحوه إلى قانون نسبة}} \frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}} = \frac{R_1 m_1 l_2^2 \rho_2}{R_2 m_2 l_1^2 \rho_1} = \frac{4 \times 2 \times 1^2 \times 7}{5 \times 1 \times 3^2 \times 3} = \frac{56}{135}$$

- سلكان نصف قطر مقطع الأول ضعف نصف قطر مقطع الثاني و كتلة الأول 3 أمثال الثاني و كثافة الأول $\frac{2}{3}$ الثاني و مقاومة الأول تساوي مقاومة الثاني. اوجد النسبة بين التوصيلية الكهربية للأول إلى الثاني.

← ذيل المسألة هو σ التوصيلية الكهربية

$$\sigma = \frac{l}{RA} = \frac{l}{R \pi r^2}$$

نجد أنه لم يذكر في المسألة l و لكن ذكر الكتلة و الكثافة بدلا منها لذلك نستخدم القانون التالي :

$$m_{\text{سلك}} = \rho_{\text{سلك}} Al \rightarrow l = \frac{m}{\rho A} = \frac{m}{\rho \pi r^2}$$

$$\therefore \sigma = \frac{m}{\rho (\pi r^2) R} \xrightarrow{\text{نحوه إلى قانون نسبة}} \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{m_1 r_2^2 R_2^2 \rho_2}{m_2 r_1^2 R_1^2 \rho_1}$$

$$\therefore \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{3 \times (1^2) \times 1 \times 3}{1 \times (2^2) \times 1 \times 2} = \frac{9}{32}$$

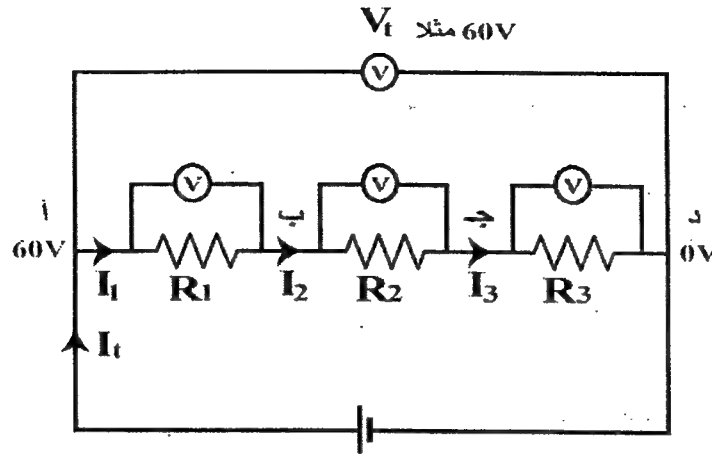
توصيل المقاومات على التوالي

التوالي ← هو أنك تفعل شئى ثم الآخر ثم الثالث (الشئ تلو الآخر)

تذكر مثال 1 : (السيدة المعلولة ☺ ☺) التي تطبخ الطعام خطوة تلو الأخرى

تذكر مثال 2 : (المدرس الذي يضرب الطلاب) فهو يضرب طالب ثم الثاني ثم الثالث و هكذا

" الطالب تلو الآخر "



نتحدث أولاً عن (I) ثم (V) ثم (R)

← (I)

نجد أن R_1 تنقل التيار من أ إلى ب ، R_2 تنقل التيار من ب إلى ج ، R_3 تنقل التيار من ج إلى د
إذن فهم يعملون على التوالي

مثال : إذا كان لديك مصباح و بطارية و مقاومة موصلين ببعضهما و المصباح مضيء ، فإذا قمت بإضافة مقاومة أخرى على التوالي ، تلاحظ أن إضاءة المصباح قلت لأن المقاومة زادت مع ثبوت فرق الجهد فبالتالي يقل التيار في الدائرة كلها.
و إذا قمت بإضافة مقاومة أخرى نلاحظ أن الإضاءة قلت أكثر و ذلك لأن التيار الكلي قل .
∴ كل ما تزيد المقاومات يقل التيار الكلي.

∴ التيار في دائرة التوالي ثابت .

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3$$

← (V)

إذا أحضرنا فولتميتر و وصلناه بين طرفي الدائرة أ،د نجد أنه يقيس فرق الجهد بين طرفي المجموعة V_t ، فإذا قرأ مثلاً 60 V حيث أن الجهد عند (أ) 60 V و عند (د) 0 V فيكون فرق الجهد 60 V
تذكر ما معني أن فرق الجهد 60 V ؟؟ ← أي أننا نبذل شغلاً قدره 60 J لتحريك شحنة مقدارها 1 كولوم بين النقطتين.

تذكر مثال (الفار و السرداب و الكرة)
البطارية موصل الكولوم الذي يُدفع

- فار يسري في سرداب ضيق يدفع أمامه كرة و يمر في السرداب على ثلاث ممرات ضيقة (مقاومات) فيحتاج إلى بذل شغل لعبور تلك الممرات 60 J

أي أن الشغل الذي يُبذل هو عبارة عن مجموع الشغل عبر المقاومات الثلاث

موقع ايجي فاست التعليمي

الوحدة الأولى: الكهربية التيارية

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

ملاحظات :-

- إذا كانت المقاومات متساوية فإنه يُبدل فيها شغل متساوي أي أن فرق الجهد عبر كل مقاومة يكون 20 V
- إذا كانت المقاومات مختلفة مثلا $R_1 = 20\Omega$ ، $R_2 = 10\Omega$ ، $R_3 = 10\Omega$ نجد أن R_1 (الكبيرة) العبور منها صعب فيكون جهدا 30 V و المقاومة R_2 تستهلك جهد 15 V ، R_3 تستهلك أيضا 15 V

و بالتالي نستنتج أن :

- يقسم فرق الجهد بين طرفي المجموعة المتوالية علي مقاومات المجموعة المتوالية بنفس نسبتها. إزاي؟؟ بنفس نسبتها ليه؟؟

$$V_1 = I_1 R_1 , V_2 = I_2 R_2$$

$$I_1 = I_2 = I_3 = I_t$$

$$\therefore V \propto R$$

أي أن المقاومة الأكبر تستهلك جهد أكبر و العكس.
س (هام) : استنتج قانون توصيل المقاومات علي التوالي.

جـ :

أولا : الرسم مطلوب و أساسي و هي الدائرة المذكورة في الورق.
ثانيا :

$$\therefore V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

$$\therefore I_t R_t = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 + \dots$$

$$\therefore I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

$$\therefore R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad \#\#$$

- إذا قمت بتوصيل عدة مقاومات علي التوالي سوف تحصل علي مقاومة كبيرة من عدة مقاومات صغيرة (و هذا هو الغرض من التوصيل علي التوالي)
- و إذا كانت المقاومات المتوالية متساوية ... إذن نستخدم القانون :

$$R_t = N r$$

حيث : r هي قيمة المقاومة الواحدة

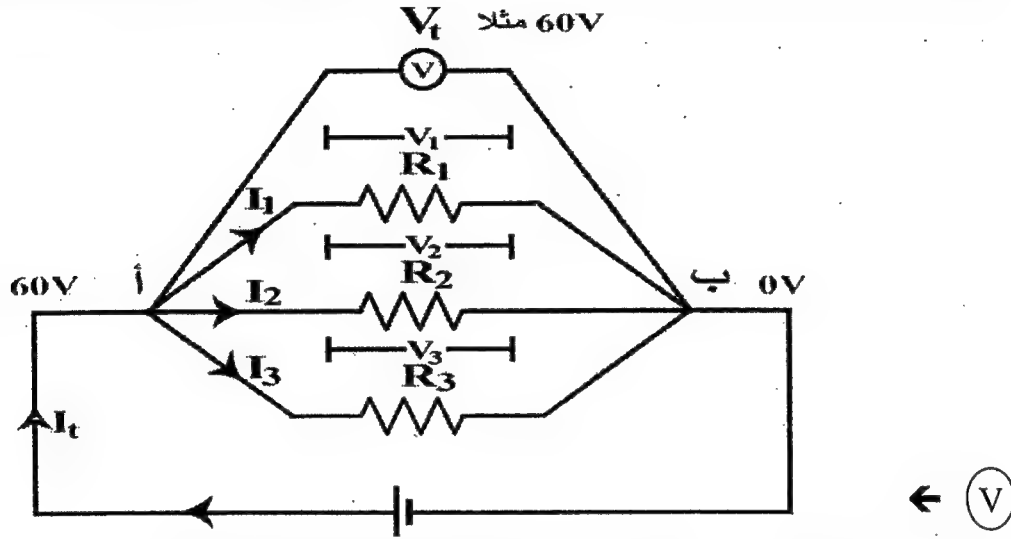
N عدد المقاومات الموصلة علي التوالي

توصيل المقاومات على التوازي

التوازي ← هو أنك تفعل أكثر من شئ في آن واحد .

تذكر مثال : (السيدة التي تطبخ الطعام في آن واحد أي على التوازي)

تذكر مثال : (المدرس الذي يستعين بالمساعدین ليضرب الطلاب في آن واحد أي على التوازي)



إذا احضرنا فولتميتر و وصلناه بين طرفي الدائرة أ ، ب نجد أن القراءة 60 V

، لنعرف فرق الجهد على كل مقاومة نجد أن :

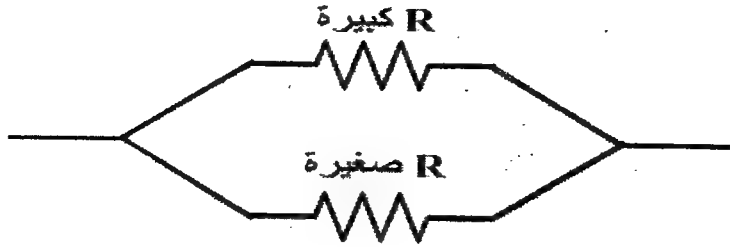
- R_1 موصلة بين نقطة جهدها 60 V ونقطة جهدها 0 V أي أن فرق الجهد عبر R_1 هو 60 V
- R_2 أيضا موصلة بين نفس النقطتين فيكون فرق الجهد بين طرفيها 60 V
- R_3 أيضا فرق الجهد بين طرفيها 60 V

$$\therefore V_t = V_1 = V_2 = V_3$$

← (I)

I_t الذي يسري في الدائرة نجد أنه يقابله 3 طرق و يتجزأ على 3 فروع المقاومات إلى I_3, I_2, I_1 أي أنه يقسم تيار المجموعة على مقاومات المجموعة المتوازية .

← إزاي؟؟ بعكس نسب المقاومات ← (السيارات التي تسري في الشارع إذا قابلها شارعين أحدهما واسع و ممتد و الآخر ضيق و غير ممتد نجد أن السيارات أغلبها تمر من الشارع الواسع و قليل منهم يمر من الشارع الضيق)



إسقاط من ذلك المثال :

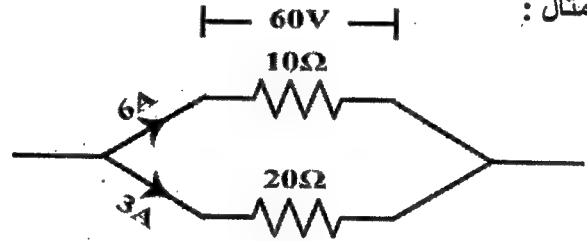
الشارع الواسع يمثل موصل مساحة مقطعه كبيرة أي أن مقاومته صغيرة فيمر به تيار أكبر ، أما الشارع الضيق يمثل موصل مساحة مقطعه صغيرة أي أن مقاومته كبيرة فيمر به تيار أقل.

• نجد أن في الفرع 10Ω يمر تيار قيمته

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{60}{10} = 6 A$$

وفي الفرع 20Ω يمر تيار قيمته

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{60}{20} = 3 A$$



مثال :

و بالتالي نجد أن المقاومات مقسمة بنسبة 1:2 ولكن التيار مقسم بنسبة 2:1

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, \quad I_2 = \frac{V}{R_2}, \quad I_3 = \frac{V}{R_3} \quad \leftarrow \text{ليه ؟؟ لأن}$$

$$\therefore I \propto \frac{1}{R} \text{ نظرا لثبات } V$$

س (هام) : استنتج قانون توصيل المقاومات علي التوازي.

ج :

أولا : الرسم.

ثانيا :

$$\therefore I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$\therefore \frac{V_t}{R_t} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} + \dots$$

$$\therefore V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$$

$$\therefore \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \quad \#\#$$

تكون محصلة مجموعة مقاومات موصلة علي التوازي أقل من أقل مقاومة

موقع ايجي فاست التعليمي

الوحدة الأولى: الكهربية التيارية

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

← (R)

إذا كان لدينا سلك سميك و سلك وسط و سلك رفيع موصلين على التوازي بين نفس النقطتين يكون السلك السميك هو الرئيسي لأنه يمر به أكبر تيار و هو صاحب أقل مقاومة.

20Ω

10Ω

2Ω

إذا قمنا بضم الموصلين 2Ω ، 10 Ω نجد أن مساحة المقطع زادت بتوصيلهم معا على التوازي و بالتالي تقل المقاومة و يزداد I الكلي و كذلك إذا ضمينا إليهم الموصل الثالث 20 Ω

• في حالة المقاومات المتساوية المتوازية تستخدم القانون :

$$R_t = \frac{r}{N}$$

حيث : r قيمة المقاومة الواحدة.

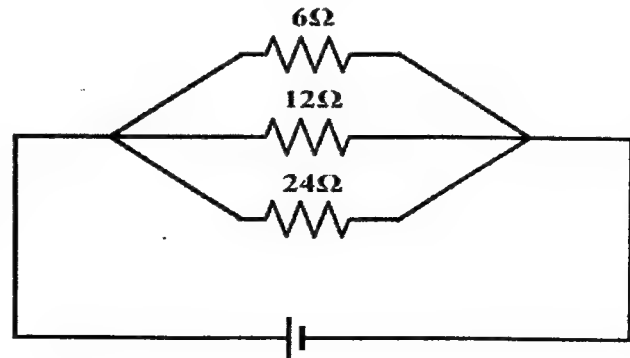
N عدد المقاومات المتوازية.

- إذا كان لديك مصباح و بطارية و مقاومة و هذا المصباح إضاءته قليلة نقوم بتوصيل مقاومات علي التوازي حتي تقل الكقاومة الكلية فيزداد التيار الكلي فتزداد إضاءة المصباح.

مثال : أوجد المقاومة المكافئة:-

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} + \frac{1}{24} = \frac{4}{24} + \frac{2}{24} + \frac{1}{24} = \frac{7}{24}$$

$$\therefore R_t = \frac{24}{7} = 3\frac{3}{7} \Omega \rightarrow \text{أقل من أقل مقاومة}$$



ملخص القوانين

التوصيل على التوازي

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

• عند تساوي المقاومات المتوازية:

$$R_t = \frac{r}{N}$$

• في حالة مقاومتين فقط:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_t} = \frac{R_1}{R_1 R_2} + \frac{R_2}{R_1 R_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2}$$

$$R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{\text{ضربهم}}{\text{جمعهم}}$$

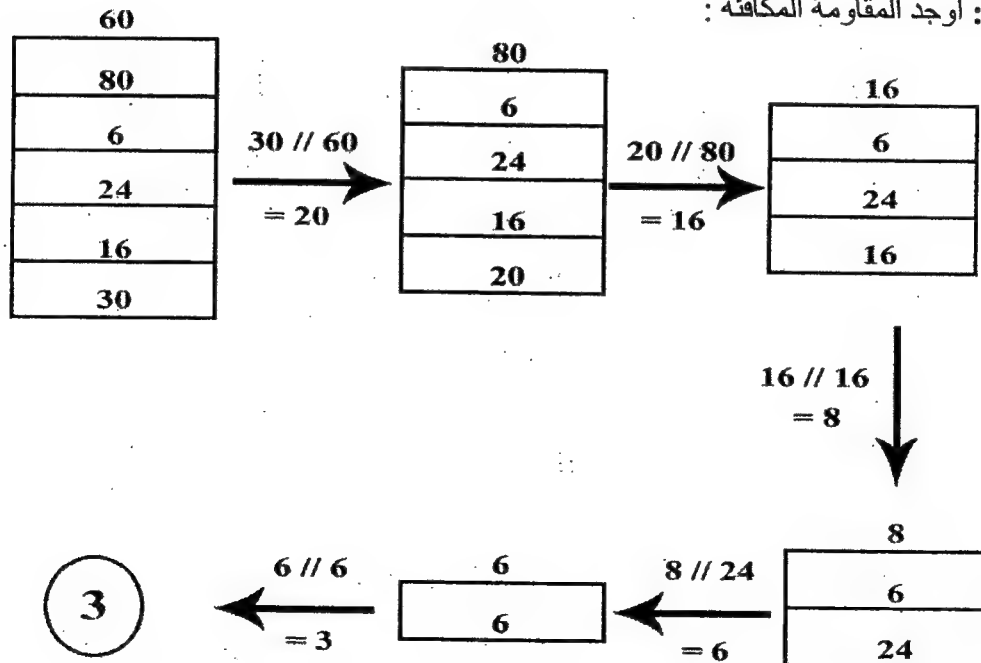
التوصيل على التوالي

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3$$

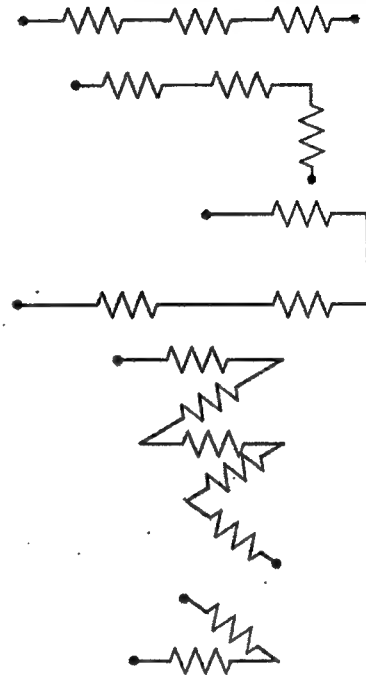
• عند تساوي المقاومات المتواليّة:

$$R_t = rN$$

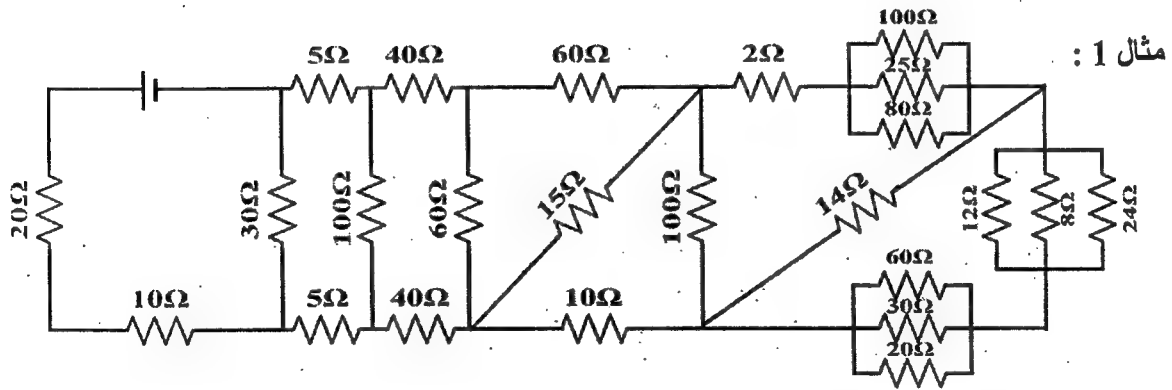
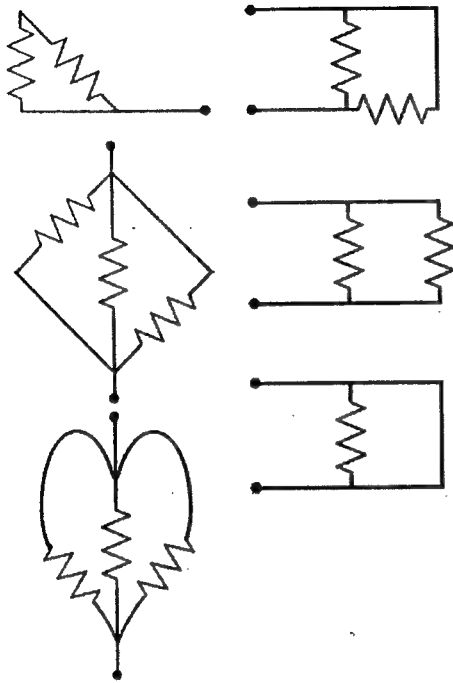
مثال : اوجد المقاومة المكافئة :



أشكال المقاومات الموصلة على التوالي



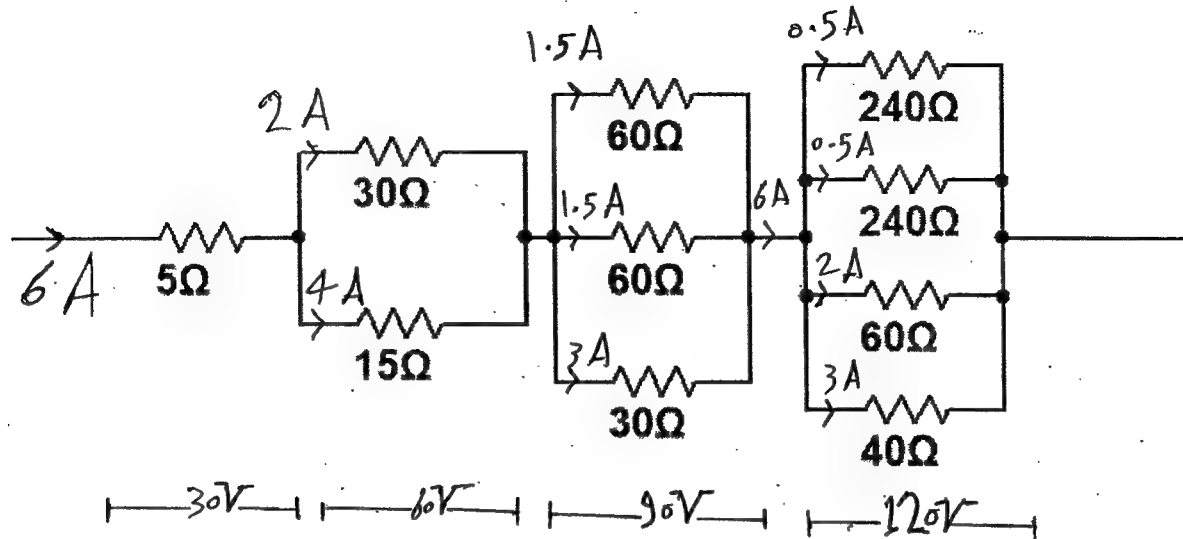
أشكال المقاومات الموصلة على التوازي



$$\begin{aligned}
 10 &= 20 // 30 // 60 & \text{،} \\
 7 &= 14 // 14 & \text{،} \\
 25 &= 2 + 7 + 16 & \text{،} \\
 30 &= 10 + 20 & \text{،} \\
 30 &= 20 + 10 & \text{،} \\
 100 &= 40 + 40 + 20 & \text{،} \\
 60 &= 5 + 5 + 50 & \text{،}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 4 &= 12 // 8 // 24 \quad -1 \\
 14 &= 10 + 4 \quad -2 \\
 16 &= 80 // 25 // 100 \quad -3 \\
 20 &= 100 // 25 \quad -4 \\
 10 &= 15 // 30 \quad -5 \\
 20 &= 60 // 30 \quad -6 \\
 50 &= 100 // 100 \quad -7 \\
 50 &= 20 + 10 + 20 \quad -8
 \end{aligned}$$

• مثال 2 :



1- في التوالي يكون التيار ثابت بمعنى أن في الرسم السابق يكون التيار 6A في المقاومة الأولى 5Ω ويكون مجموعه في المقاومتين 6A ومجموعه في الثلاث مقاومات 6A ومجموعه في الأربع مقاومات 6A

2- في التوالي يُقسم الجهد بنفس نسب المقاومات بمعنى أنه في المثال السابق قيم المقاومات

R	5Ω	10Ω	15Ω	20Ω
نسب المقاومات	1	2	3	4
الجهد	30V	60V	90V	120V

3- في التوازي يكون الجهد ثابتاً بمعنى أنه في المثال السابق جهد المقاومتين 30Ω , 15Ω يكون 60V

(جهد المجموعة 60V وجهد المقاومة 30Ω يكون 30V وجهد المقاومة 15Ω يكون 60V)

4- يُقسم التيار في التوازي بعكس نسب المقاومات.

قيمة الإنسان هي ما يضيفه إلى الحياة بين ميلاده وموته

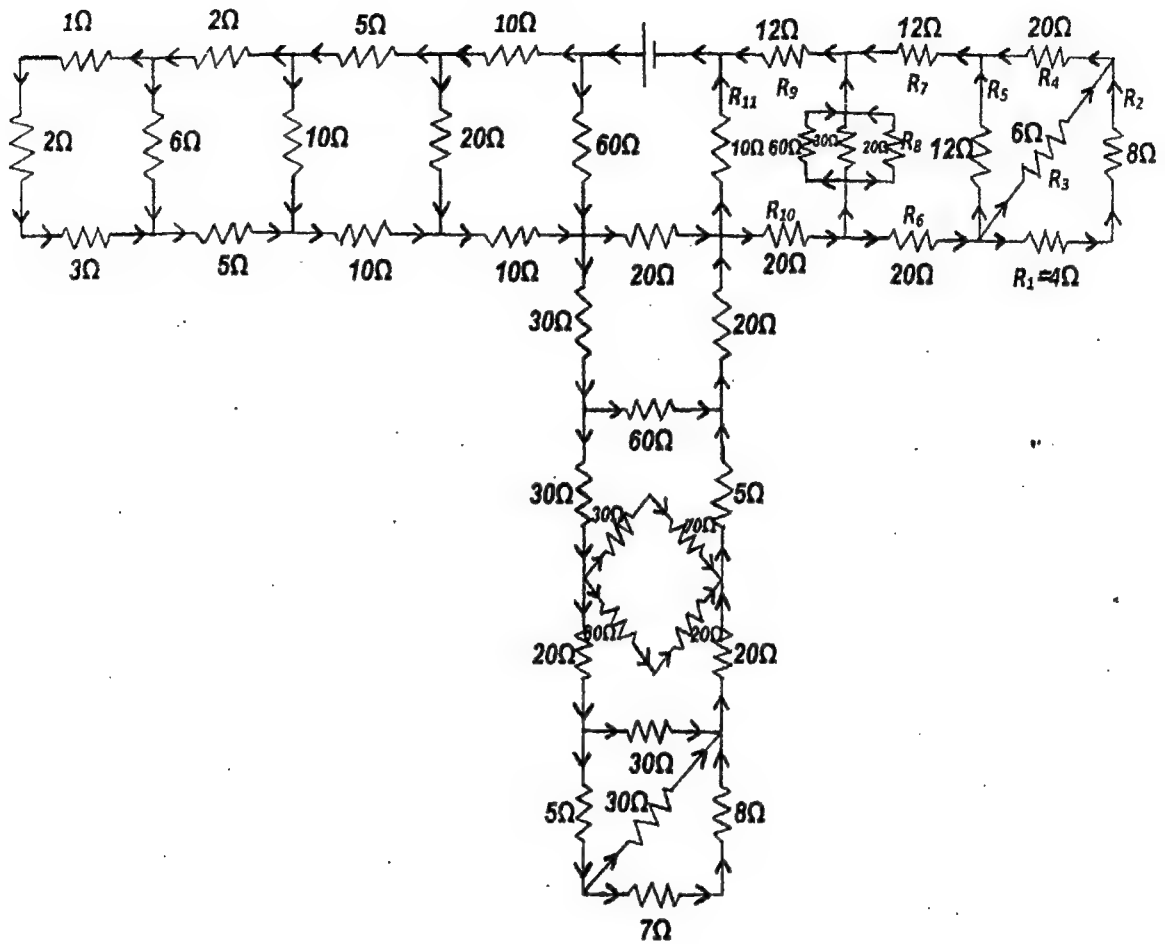
د. مصطفى محمود

موقع ایجی فاست التعليمی

الوحدة الأولى: الكهربائية التيارية

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

• مثال 3 (هام):

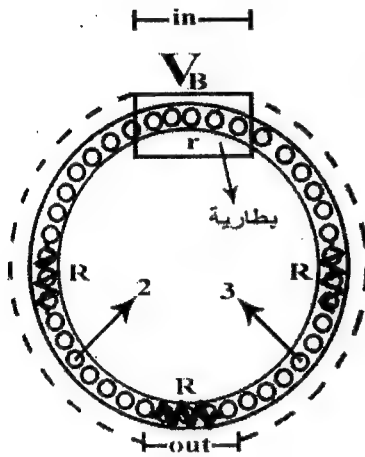


المحاضرة الخامسة: تابع الكهربية التيارية

محتويات المحاضرة

- قانون أوم للدوائر المغلقة – أمثلة علي قانون أوم للدوائر المغلقة – فكرة السلك الفاضي –
- مسائل فتح و غلق المفتاح – بعض أفكار و مسائل الواجب – فكرة شيل السلك و حط نقطة –
- فكرة التيار مبيعدش

قانون أوم للدوائر المغلقة



• في الشكل الموضح أمامك بطارية بداخلها شحنات

و لها مقاومة داخلية r_{in} في دائرة كهربية يمر بها

تيار و هذه الدائرة بها أيضا شحنات و يوجد بها

مقاومات R_{out} تسمى مقاومات خارجية.

• هل التيار في الدائرة التي أمامك قوي أم ضعيف ؟؟

الإجابة: علي حسب الدوافع و المعوقات أي (r, R, V_B) لذلك لا يمكن قول أن التيار قوي أو ضعيف

• و حيث أن التيار المناسب يتناسب طرديا مع الدوافع و عكسيا مع المعوقات (معوقات داخلية و معوقات خارجية)

أي أن بالمنطق نجد أن :

$$\text{التيار المناسب} = \frac{\text{الدوافع}}{\text{المعوقات}}$$



$$I = \frac{V_B}{R_{out} + r_{in}}$$

و هذا هو قانون أوم للدوائر المغلقة :

التيار الكلي في الدائرة يساوي حاصل قسمة القوة الدافعة الكهربية علي مجموع المقاومات الخارجية و الداخلية.

• ويمكن حساب و استنتاج قانون أوم للدوائر المغلقة كالآتي :

- بما أن الشغل الذي تبذله البطارية W_B ينقسم إلى شغل خارجها و شغل داخلها .

$$\therefore W_B = W_{out} + W_{in}$$

$$\therefore P_{WB}t = P_{Wout}t + P_{Win}t$$

[t هو زمن مرور الشحنات داخل البطارية] = [t هو زمن مرور الشحنات خارج البطارية] = [t هو الزمن اللازم لتشغيل البطارية]

\therefore الزمن ثابت و يمكن القسمة عليه و نجد :

$$P_{WB} = P_{Wout} + P_{Win}$$

P_{WB} هو قدرة البطارية أي الشغل الذي تبذله البطارية كليا في الثانية.

$$\therefore V_B I_B = V_{out} I_{out} + V_{in} I_{in}$$

$$\begin{aligned} [I_{out} \text{ هو التيار الذي يمر خارج جسم البطارية}] &= [I_B \text{ هو التيار الذي أنتجته البطارية}] \\ &= [I_{in} \text{ هو التيار الذي يمر داخل جسم البطارية}] \end{aligned}$$

\therefore التيار ثابت يمكن القسمة عليه و نجد :

$$\therefore V_B = V_{out} + V_{in} \rightarrow V_B = I_{out} R_{out} + I_{in} r_{in} \rightarrow V_B = I(R_{out} + r_{in})$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R_{out} + r_{in}}$$

[الشغل الذي يُبذل خارج البطارية لنقل الشحنات]

[الشغل الذي يُبذل داخل البطارية لنقل الشحنات]

[الجهد المستنفذ خارج البطارية]

[الجهد المستنفذ داخل البطارية]

طريقة أخرى لإستنتاج قانون أوم للدوائر المغلقة :

$$W_B = W_{out} + W_{in}$$

$$V_B Q_B = V_{out} Q_{out} + V_{in} Q_{in}$$

[Q_{in} الشحنة التي تحركت داخل البطارية]

[Q_{out} الشحنة التي تحركت خارج البطارية]

[Q_B الشحنة التي دفعتها البطارية]

- هل $Q_B = Q_{out} = Q_{in}$ ؟؟

ارجع للشكل في ص 2 ، و انظر إلى Point 1 ، Point 2 ، Point 3

من يتحرك أولا عند غلق الدائرة ؟؟

← نجد أن 1 ، 2 ، 3 كلهم يتحركوا في آن واحد و عند قطع التيار يبقوا في آن واحد.

مثال توضيحي : (قرص التليفون القديم عندما تطلب رقم يتحرك جميع الدوائر في نفس الوقت)

∴ الـ Q المتحركة في جميع أجزاء الدائرة متساوية.

$$Q_B = Q_{in} = Q_{out}$$

و يمكن القسمة على Q

$$\therefore V_B = V_{out} + V_{in}$$

$$V_B = I_{out}R_{out} + I_{in}r_{in}$$

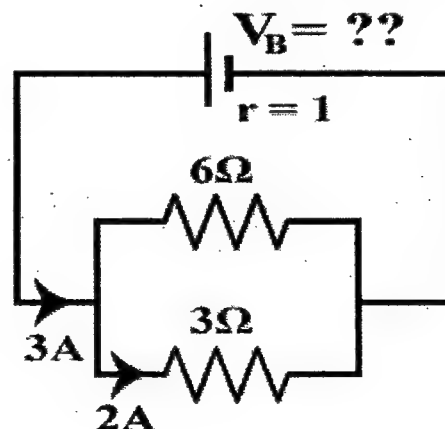
$$V_B = I(R_{out} + r_{in})$$

$$\therefore I = \frac{V_B}{R_{out} + r_{in}}$$

$$I = \frac{V_{BS}}{R_S + r_S}$$

(الكلي أو العمومي)

• من الرسم استنتج قيمة V_B



$$R_{out} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \Omega$$

$$r_{in} = 1 \Omega$$

$$V_B = I_{عمومي}(R_{out} + r_{in})$$

طريقة العفريت

$$V_{\text{عفريت}} = I_{\text{عفريت}} R_{\text{عفريت}}$$

$$I_{\text{عفريت}} = \frac{V_{\text{عفريت}}}{R_{\text{عفريت}}}$$

$$V_{\text{تحت}} = I_{\text{تحت}} R_{\text{تحت}} = 2 \times 3 = 6 \text{ V}$$

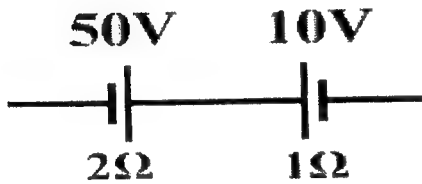
$$I_{\text{فوق}} = \frac{V_{\text{فوق}}}{R_{\text{فوق}}} = \frac{6}{6} = 1 \text{ A}$$

$$\therefore I_{\text{عمومي}} = I_{\text{فوق}} + I_{\text{تحت}} = 1 + 2 = 3 \text{ A}$$

$$\therefore V_B = 3 \times (2 + 1) = 9 \text{ V}$$

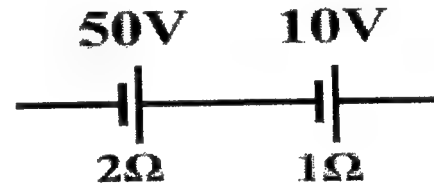


- يمكن أن تجد في دائرة أكثر من بطارية أي أكثر من V_B وكذلك أكثر من r كالآتي :



- هنا نجد أن البطاريتين تدفعان التيار في عكس اتجاه بعضهما فبالنتيجة تكون محصلة الـ V_B طرحهم أي أن :

$$V_B = 50 - 10 = 40 \text{ V}$$



- هنا نجد أن البطاريتين تدفعان التيار في نفس الاتجاه (الاتجاه التقليدي) فبالنتيجة تكون محصلة الـ V_B مجموعهم أي أن :

$$V_B = 50 + 10 = 60 \text{ V}$$

س ← لماذا يوضع بطاريتين بدلا من بطارية واحدة ؟؟

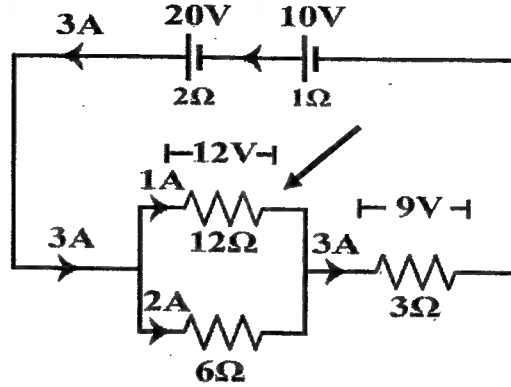
ذلك لتقوم إحداها بشحن الأخرى أي تقوم إحداها بدفع الإلكترونات داخل الأخرى (حيث تقوم البطارية ذات V_B الأكبر بشحن البطارية ذات V_B الأصغر).

- و أيضا تجمع المقاومات الداخلية في الحالتين أي $r = 2 + 1 = 3 \Omega$ (لاحظ لا تطرح المقاومات)

- و أيضا تجمع المقاومات الخارجية حيث يمكن أن توجد أكثر من مقاومة في الدائرة.

أمثلة على قانون أوم للدوائر المغلقة

مثال 1 :



إذا طلب منك أن تحسب قدرة المقاومة 12Ω (المشار إليها) ..

ما الخطأ في السؤال ؟؟

- لا يمكن القول بأن المقاومة لها قدرة و ذلك لأنها لا تبذل شغلا و لكن يُبذل فيها شغلا ، لذلك يمكننا قول (القدرة المستنفذة في المقاومة) و ذلك من قبل البطارية التي تدفع الشحنات.

• احسب القدرة المستنفذة في المقاومة 12Ω .

- (نستخدم طريقة العفريت)

$$P_{W_{\text{عفريت}}} = V_{\text{عفريت}} I_{\text{عفريت}} = I_{\text{عفريت}}^2 R_{\text{عفريت}} = \frac{V_{\text{عفريت}}^2}{R_{\text{عفريت}}}$$

$$P_{W_{12\Omega}} = V_{12} I_{12} = I_{12}^2 R_{12} = \frac{V_{12}^2}{R_{12}}$$

• ملاحظات :-

في مسائل الدوائر المغلقة قبل أن تأتي بالمطلوب المذكور في المسألة تقوم بحساب كل ما هو مجهول..إزاي؟؟

- (تخطيط علي المسألة 3 خطوات)

1- الخطة الأولى .. تحسب الـ V_B

$$\bullet V_B = 10 + 20 = 30 V$$

2- الخطة الثانية .. تحسب r_{in} ، R_{out}

$$\bullet r_{in} = 2 + 1 = 3 \Omega$$

$$\bullet R_{out} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} + 3 = 7 \Omega$$

3- الخبطة الثالثة .. تحسب العمومي I

$$\bullet I_{\text{العمومي}} = \frac{V_B}{R_{\text{out}} + r_{\text{in}}} = \frac{30}{10} = 3 A$$

$$\bullet V_{\text{مجموعة}}(12\Omega, 6\Omega) = I_{\text{مجموعة}} R_{\text{مجموعة}} = 3 \times \frac{12 \times 6}{12 + 6} = 12 V$$

$$\bullet I_{\text{فوق}}(12\Omega) = \frac{V_{\text{فوق}}}{R_{\text{فوق}}} = \frac{12}{12} = 1 A$$

$$\bullet I_{\text{تحت}}(6\Omega) = \frac{V_{\text{تحت}}}{R_{\text{تحت}}} = \frac{12}{6} = 2 A$$

$$\bullet V(3\Omega) = I_{3\Omega} R_{3\Omega} = 3 \times 3 = 9 V$$

$$\therefore V_{\text{out}} = V_{\text{مجموعة}} + V_{3\Omega} = 12 + 9 = 21 V$$

$$(\text{بطريقة العفريت}) = I_{\text{out}} R_{\text{out}} = 3 \times 7 = 21 V$$

$$\bullet V_{\text{in}} = I_{\text{in}} r_{\text{in}} = 3 \times 3 = 9 V$$

$$\therefore V_B = V_{\text{out}} + V_{\text{in}} = 21 + 9 = 30 V \#$$

$$\bullet P_{W_{12\Omega}} = V_{12} I_{12} = 12 \times 1 = 12 \text{ watt}$$

$$(\text{بطريقة العفريت}) = I_{12}^2 R_{12} = (1)^2 \times 12 = 12 \text{ watt} \quad (\text{الطريقة المفضلة})$$

$$= \frac{V_{12}^2}{R_{12}} = \frac{(12)^2}{12} = 12 \text{ watt}$$

$$\bullet P_{W_{6\Omega}} = I_{6\Omega}^2 R_{6\Omega} = (2)^2 \times 6 = 24 \text{ watt}$$

$$(\text{بطريقة العفريت}) = I_{3\Omega}^2 R_{3\Omega} = (3)^2 \times 3 = 27 \text{ watt}$$

$$\bullet P_{\text{out}} = P_{W_{12}} + P_{W_6} + P_{W_3} = 12 + 24 + 27 = 63 \text{ watt}$$

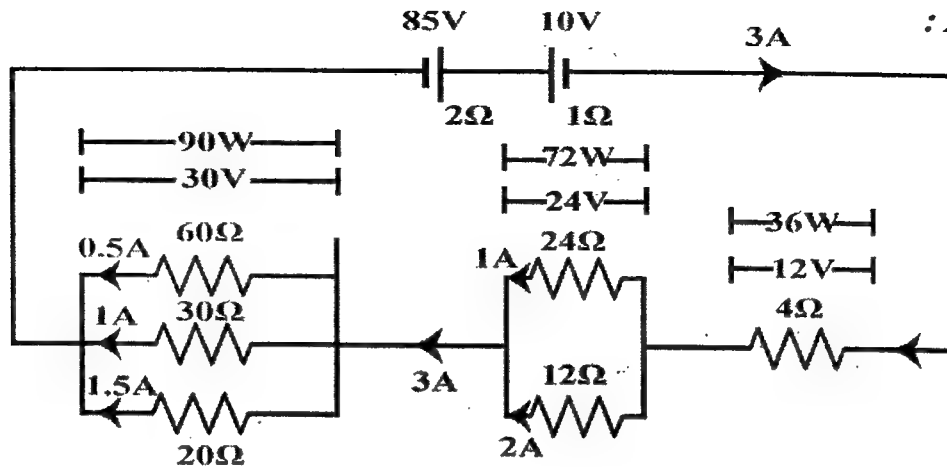
$$(\text{بطريقة العفريت}) = I_{\text{out}}^2 R_{\text{out}} = (3)^2 \times 7 = 63 \text{ watt}$$

$$\bullet P_{W_{\text{in}}} = I_{\text{in}}^2 r_{\text{in}} = (3)^2 \times 3 = 27 \text{ watt}$$

$$(\text{بطريقة العفريت}) = P_{W_B} = P_{W_{\text{out}}} + P_{W_{\text{in}}} = 63 + 27 = 90 \text{ watt}$$

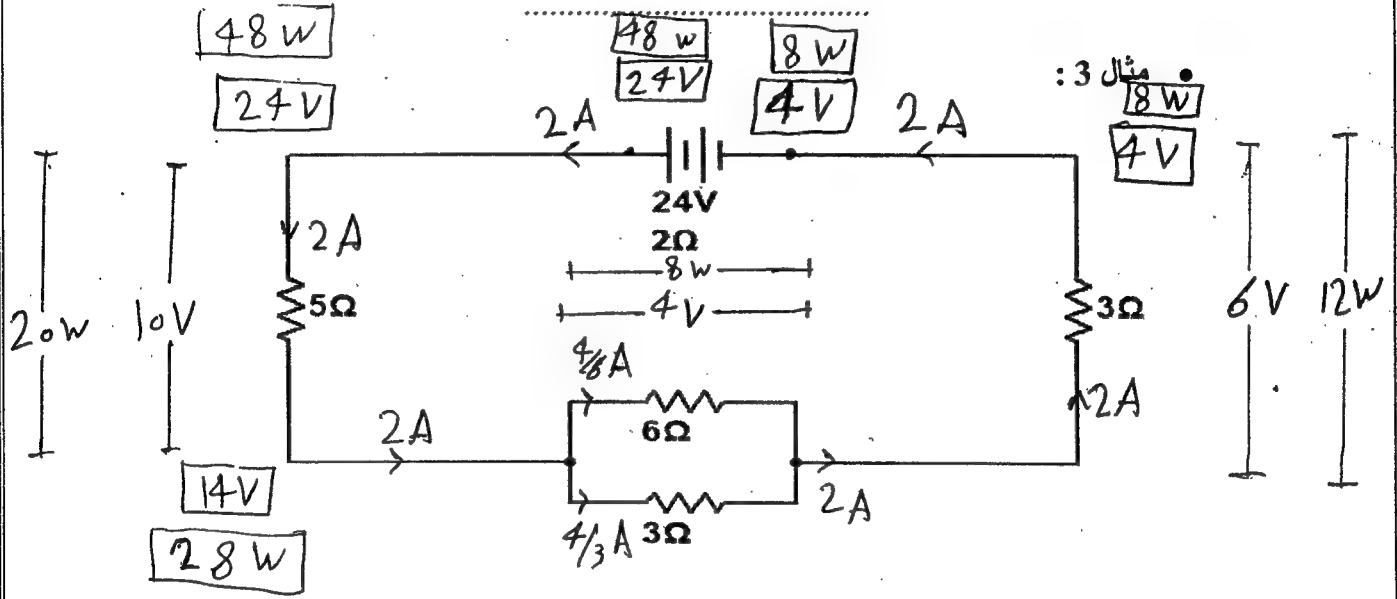
$$(\text{بطريقة العفريت}) = V_B I_B = I_B^2 (R_{\text{out}} + r_{\text{in}}) = \frac{V_B^2}{(R_{\text{out}} + r_{\text{in}})} = 30 \times 3 = 90 V$$

مثال 2 :



- $V_B = 85 - 10 = 75 \text{ V}$
(طرح لأن البطاريتين عكس بعض و يسير التيار في إتجاه البطارية القوية)
- $r = 2 + 1 = 3 \Omega$
- $R_{out} = 10 + 8 + 4 = 22 \Omega$
- $I_{\text{عمومي}} = \frac{V_B}{R_{out} + r_{in}} = \frac{75}{22 + 3} = 3 \text{ A}$
- $V_{4\Omega} = I_{4\Omega} R_{4\Omega} = 3 \times 4 = 12 \text{ V}$
- $P_{W_{4\Omega}} = I_{4\Omega}^2 R_{4\Omega} = (3)^2 \times 4 = 36 \text{ watt}$
- $V_{\text{مجموعة}} (24\Omega, 12\Omega) = I_{\text{مجموعة}} R_{\text{مجموعة}} = 3 \times \frac{24 \times 12}{24 + 12} = 24 \text{ V}$
- $P_{W_{\text{مجموعة}}} (24\Omega, 12\Omega) = I_{\text{مجموعة}}^2 R_{\text{مجموعة}} = (3)^2 \times 8 = 72 \text{ V}$
- $I_{24} = \frac{V_{24}}{R_{24}} = \frac{24}{24} = 1 \text{ A}$
- $I_{12} = \frac{V_{12}}{R_{12}} = \frac{24}{12} = 2 \text{ A}$
- $V_{\text{مجموعة}} (60\Omega, 30\Omega, 20\Omega) = I_{\text{مجموعة}} R_{\text{مجموعة}} = 3 \times 10 = 30 \text{ V}$
- $I_{60} = \frac{V_{60}}{R_{60}} = \frac{30}{60} = 0.5 \text{ A}$
- $I_{30} = \frac{V_{30}}{R_{30}} = \frac{30}{30} = 1 \text{ A}$
- $I_{20} = \frac{V_{20}}{R_{20}} = \frac{30}{20} = 1.5 \text{ A}$
- $P_{W_{\text{مجموعة}}} (60, 30, 20) = I_{\text{مجموعة}}^2 R_{\text{مجموعة}} = (3)^2 \times 10 = 90 \text{ W}$
- $V_{out} = 30 + 24 + 12 = 66 \text{ V}$
(بالعفريت) $= I_{out} R_{out} = 3 \times 22 = 66 \text{ V}$
- $V_{in} = I_{in} r_{in} = 3 \times 3 = 9 \text{ V}$
- $V_B = V_{out} + V_{in} = 66 + 9 = 75 \text{ V}$

- $P_{W_{out}} = 90 + 72 + 36 = 198 W$
(بالعفريت) $= I_{out}^2 R_{out} = (3)^2 \times 22 = 198 W$
- $P_{W_{in}} = I_{in}^2 r_{in} = (3)^2 \times 3 = 27 W$
- $P_{W_B} = P_{W_{out}} + P_{W_{in}} = 198 + 27 = 225 W$
(بالعفريت) $= V_B I_B = 75 \times 3 = 225 W$



الخطوة الأولى: $V_B = 24V$, $r = 2\Omega$, $R_{out} = 5 + 2 + 3 = 10\Omega$

الخطوة الثانية: $I = \frac{V_B}{R_{out} + r_{in}} = 2A$

الخطوة الثالثة: كتابة شدة التيار على كل فرع.

الخطوة الرابعة: حساب الجهد المبذول في كل مقاومة :

$$V_B = 24V, V_{in} = I r_{in} = 4V, V_{out} = I R_{out} = 20V$$

الخطوة الخامسة: حساب القدرة المستنفذة في كل مقاومة

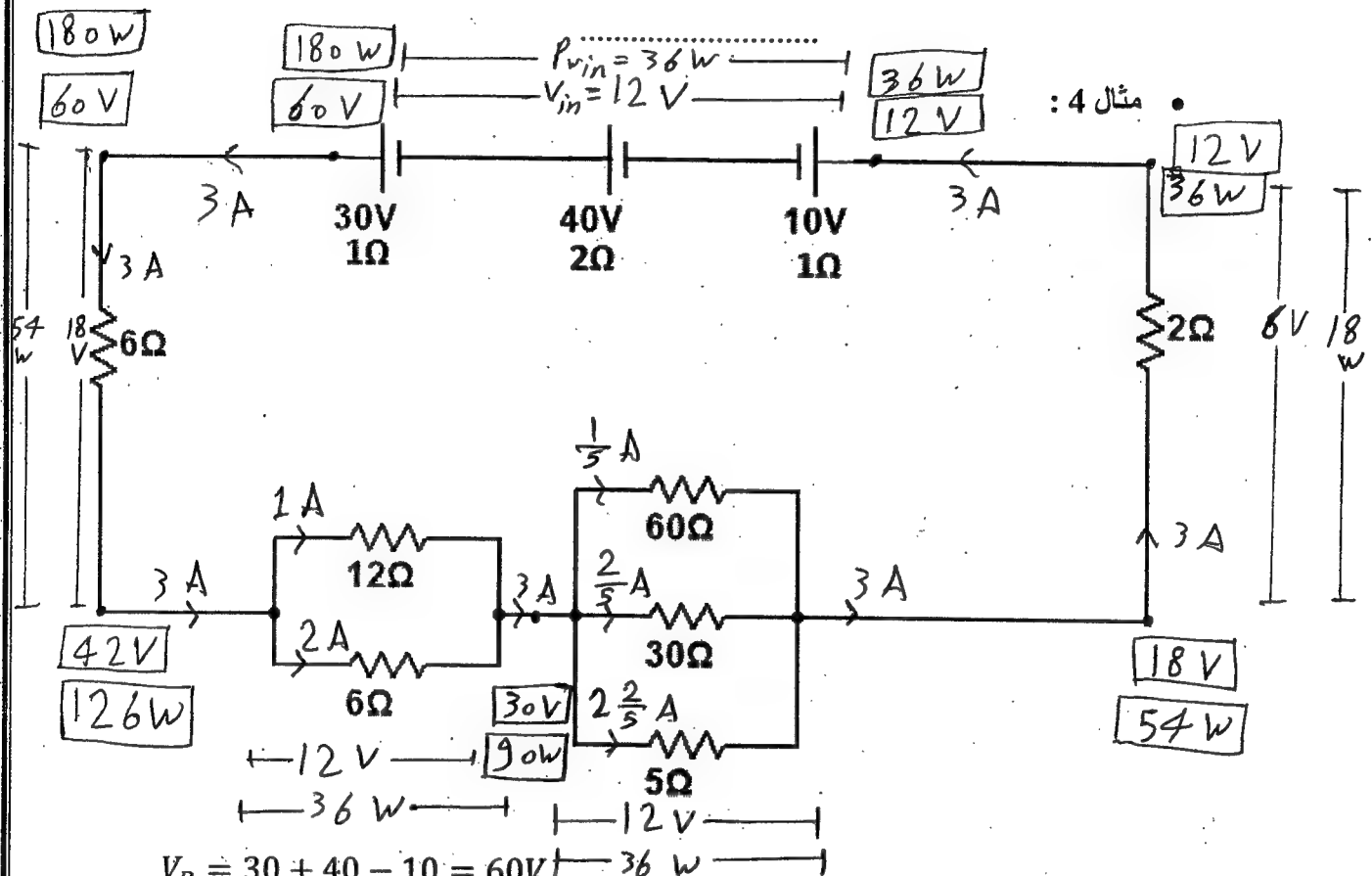
$$P_{W_B} = V_B I = 24 \times 2 = 48 W = I^2 (R + r) = 4 \times 12 = 48 W$$

$$P_{W_{in}} = V_{in} I = 4 \times 2 = 8 W = I^2 r_{in} = 4 \times 2 = 8 W$$

$$P_{W_{out}} = P_{W_B} - P_{W_{in}} = 40 W = V_{out} I = 20 \times 2 = 40 W$$

$$= I^2 R_{out} = 4 \times 10 = 40 W$$

$$\begin{aligned} \text{كفاءة البطارية} &= \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100 = \frac{P_{W_{out}}}{P_{W_{in}}} \times 100 = \frac{V_{out}}{V_{in}} \times 100 \\ &= \frac{R_{out}}{R_{out} + r_{in}} \times 100 \end{aligned}$$



$$V_B = 30 + 40 - 10 = 60V$$

$$r = 1 + 2 + 1 = 4\Omega$$

$$R = 6 + 4 + 4 + 2 = 16\Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{60}{4 + 16} = 3A$$

$$V_B = 60V, \quad V_{in} = I r_{in} = 12V, \quad V_{out} = I R_{out} = 3 \times 16 = 48W$$

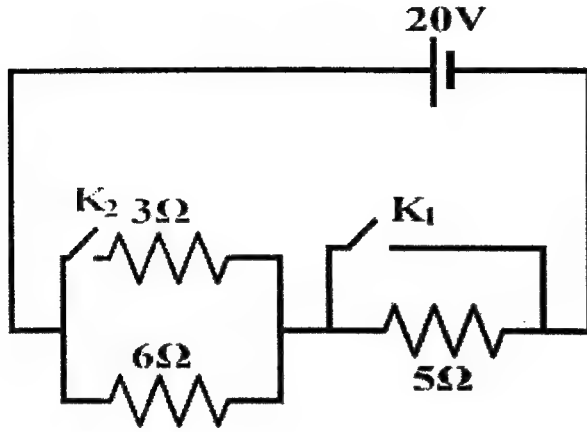
$$P_{w_B} = V_B I = I^2 (R_{out} + r_{in}) = 180 \text{ W}$$

$$P_{win} = V_{in}I = I^2r_{in} = 36 \text{ W}$$

$$P_{w_{out}} = V_{out}I = I^2R_{out} = 144 \text{ W}$$

مسائل فتح و غلق المفاتيح

مثال 5 :



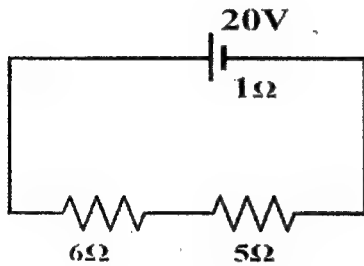
في كل مسألة نقوم برسم الدائرة بشكل جديد.

1- K_1 مفتوح ، K_2 مفتوح.

عند فتح K_1 نلغي السلك الفاضي ،

و بعد فتح K_2 نلغي المقاومة 3Ω

و ذلك لعدم مرور تيار بها.

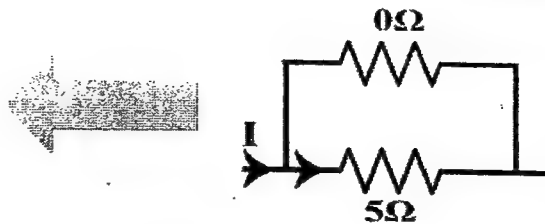
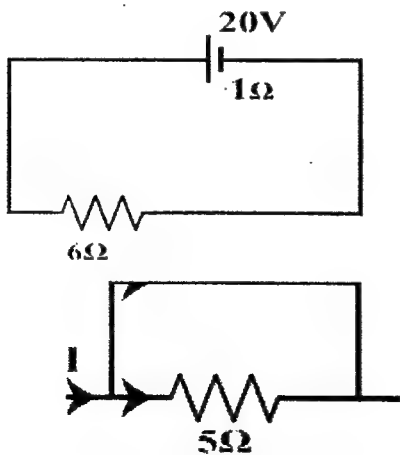


2- K_1 مغلق ، K_2 مفتوح. (فكرة السلك الفاضي)

غلق K_1 يجعل التيار يمر كله عبر السلك الفاضي

ولا يمر عبر المقاومة 5Ω لذلك نلغي.

مثال توضيحي :

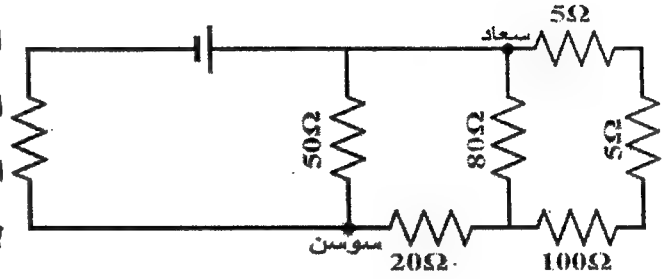


↑ هنا المقاومات مقسمة بنسبة 0:5 ، إذا التيار يقسم بنسبة 5:0 أي أن التيار كله يمر عبر المقاومة 0

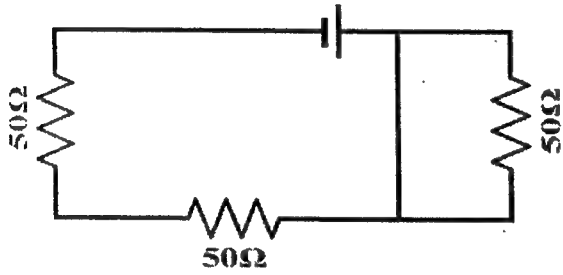
5Ω (السلك الفاضي) و لا يمر تيار عبر المقاومة 5Ω

ولكن ... ما هو الشرط الذي يجعل التيار يمر عبر السلك الفاضي و يترك المقاومة؟؟
الشرط هو... أن السلك الفاضي يوصل التيار إلى نفس النقطة التي كانت متوصلة إليها المقاومة.
إنظر المثال التالي:

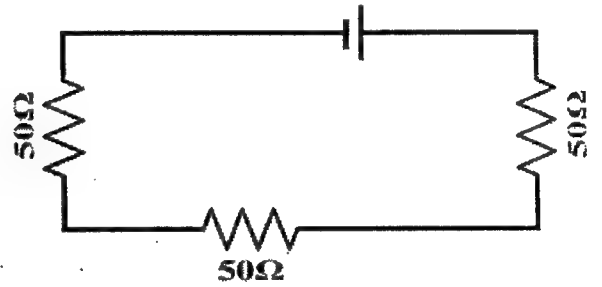
انظر إلى السلك المشار إليه أنه لا ينطبق الشرط و ذلك لأنه لا يصل بالتيار إلى نفس النقطة التي توصله إليها المقاومة.
لأن السلك يوصل التيار إلى سعاد أما المقاومة توصل التيار إلى سوسن ☺ ☺



انظر أيضا المثال التالي :



نجد أن المقاومة المكافئة 100 أوم و هنا ينطبق شرط السلك الفاضي حيث نجد أن السلك الفاضي يصل بالتيار إلى نفس النقطة التي توصله إليها المقاومة (سعاد ☺)



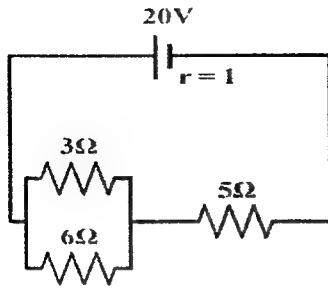
المقاومة المكافئة 150 أوم

• مثال آخر :

$R_t = 9\Omega$ ولا يمر التيار في المقاومتين 8Ω أو 7Ω	$R_t = 8 + 9 = 17\Omega$ ولا يمر التيار في المقاومة 7Ω	$R_t = 7 + 8 + 9$ $= 24\Omega$

3- K_1 مفتوح ، K_2 مغلق.

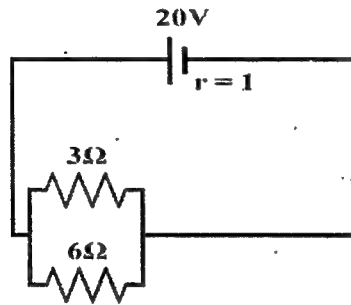
عند غلق K_2 يمر تيار عبر المقاومتين 3Ω ، 6Ω



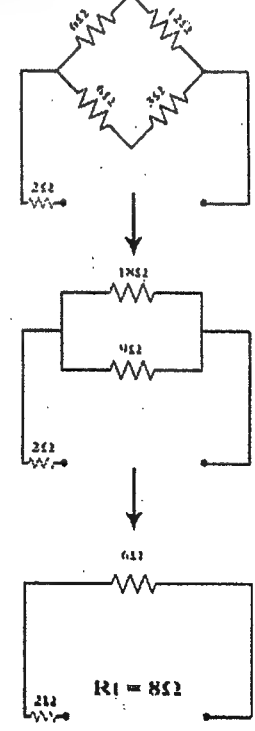
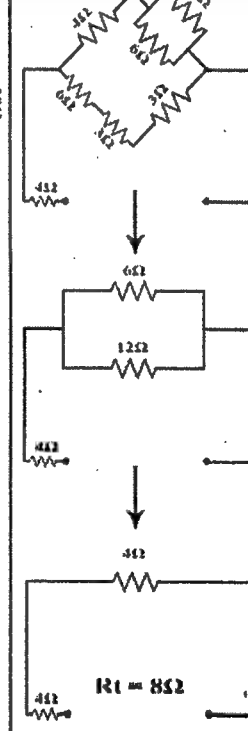
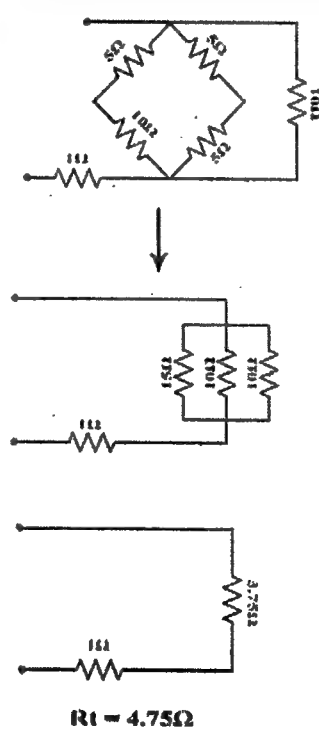
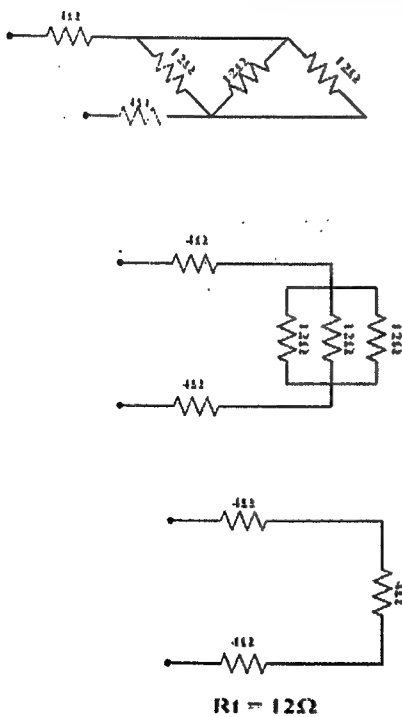
4- K_1 مغلق ، K_2 مغلق.

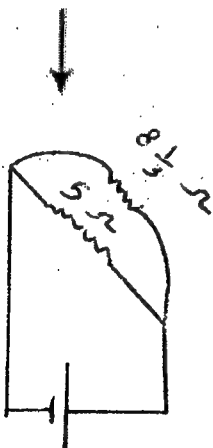
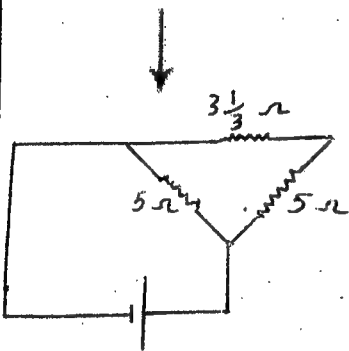
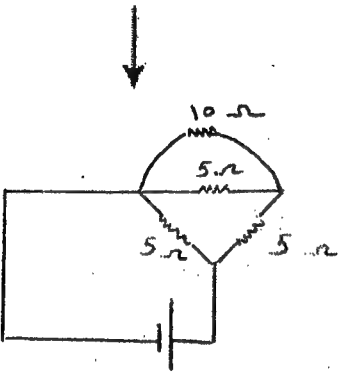
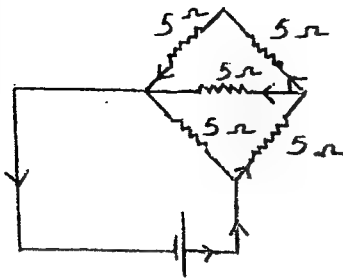
غلق K_1 يجعل التيار لا يمر عبر المقاومة 5Ω

و غلق K_2 يجعل التيار يمر عبر 3Ω ، 6Ω

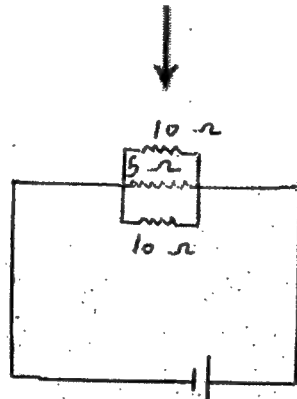
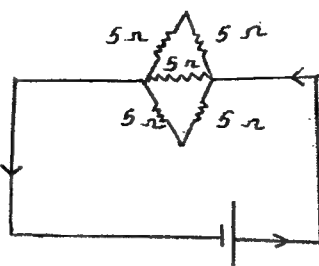


بعض الأفكار و المسائل الهامة في الواجب

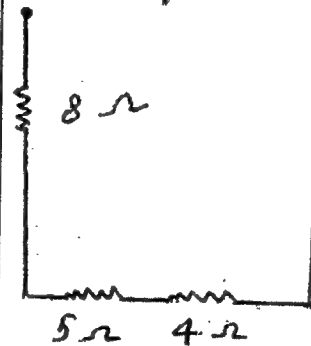
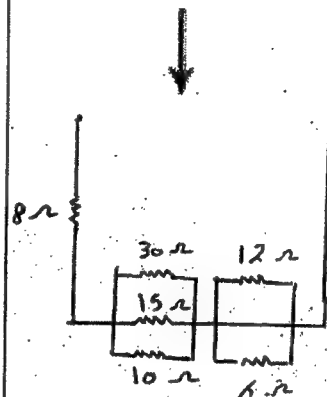
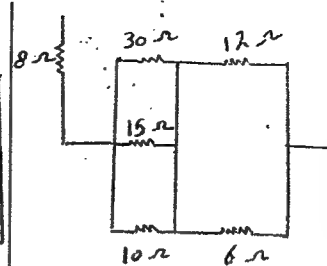




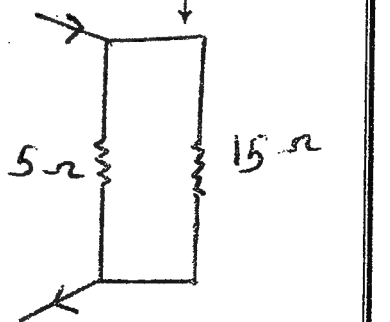
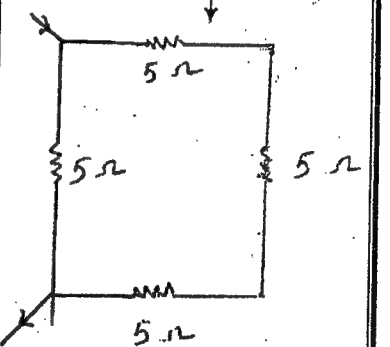
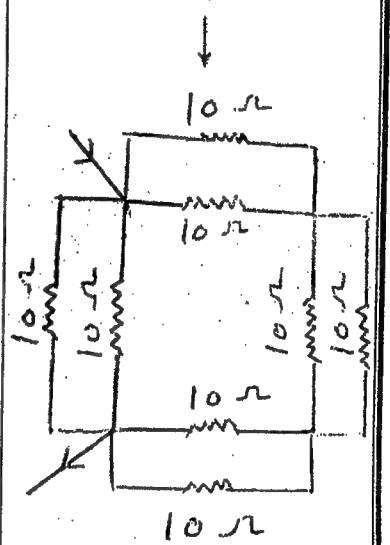
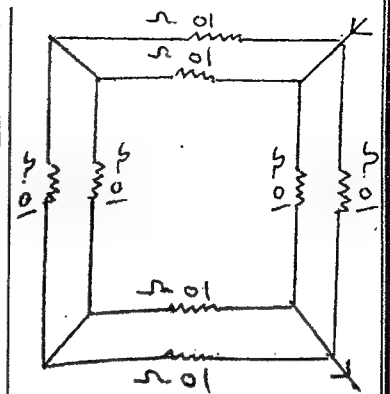
$$R_t = 3 \frac{1}{3} \Omega$$



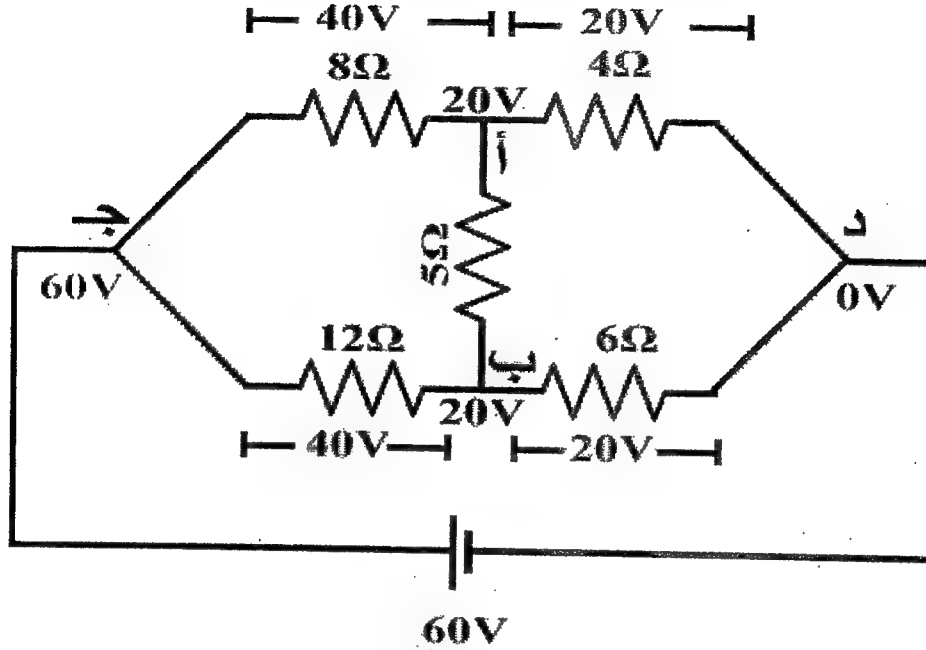
$$R_t = 2.5 \Omega$$



$$R_t = 17 \Omega$$



$$R_t = 3.75 \Omega$$

(فكرة التيار مبيدش)

• متي يمكن أن توجد مقاومة لا يمر بها تيار بالرغم من أن الدائرة مغلقة ؟؟

يحدث ذلك إذا كانت المقاومة محصورة بين نقطتين لهما نفس الجهد و بذلك يكون فرق الجهد خلالها صفر ، و يكون التيار المار خلالها صفر $I = \frac{V}{R} = \frac{0}{R} = 0$

في الشكل العلوي :-

فرق الجهد علي المجموعة 60 V و المقاومتان 8 Ω , 4 Ω سوف يقسمان فرق الجهد بنفس النسب أي أن فرق الجهد علي المقاومة 8 Ω يساوي 40 V و علي المقاومة 4 Ω يساوي 20 V حيث أن النسب 2:1

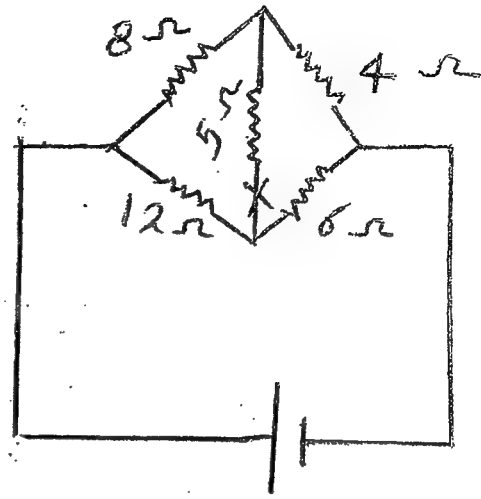
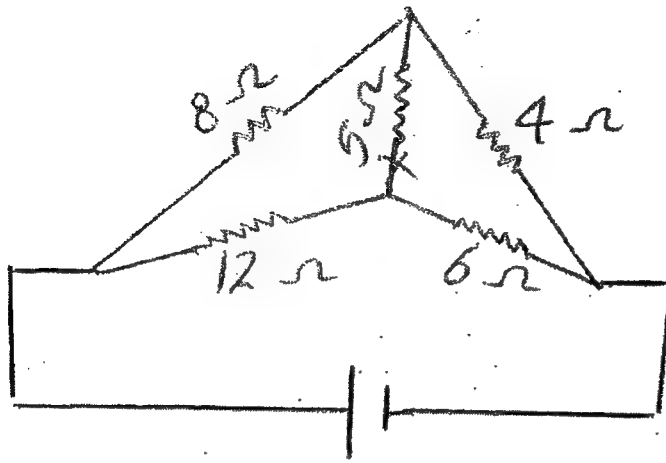
و بما أن جهد النقطة ج 60 V وفرق الجهد خلال المقاومة 8 Ω يساوي 40 V إذا يكون جهد النقطة أ يساوي 20 V

و في الفرع السفلي أيضا المقاومتان 12 Ω , 6 Ω سوف يقسمان فرق الجهد بنفس النسب (2:1) فيكون فرق الجهد خلال 12 Ω يساوي 40 V و فرق الجهد خلال 6 Ω يساوي 20 V

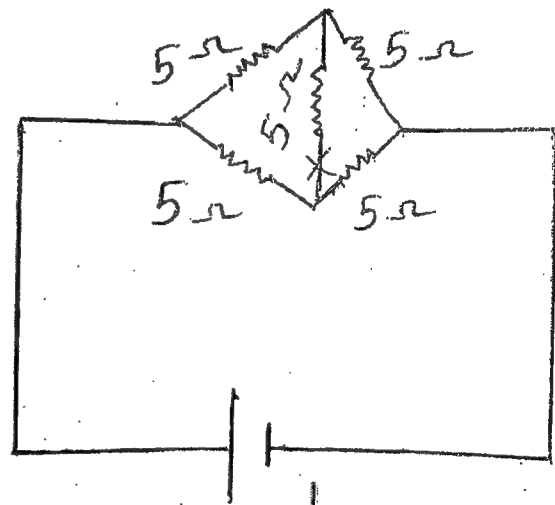
و بما أن جهد النقطة ج يساوي 60 V و فرق الجهد خلال المقاومة 12 Ω يساوي 40 V ، إذا يكون جهد النقطة ب يساوي 20 V

إذا النقطتان أ ، ب لهما نفس الجهد فلا يمر تيار في المقاومة المحصورة بينهما (5 Ω)

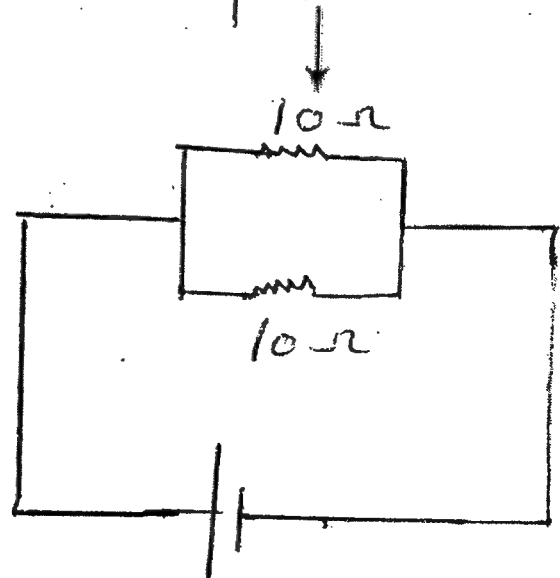
لاحظ أنه يمكن أن تأتي نفس الفكرة و لكن الشكل يكون متغيرا كالاتي :



مثال :

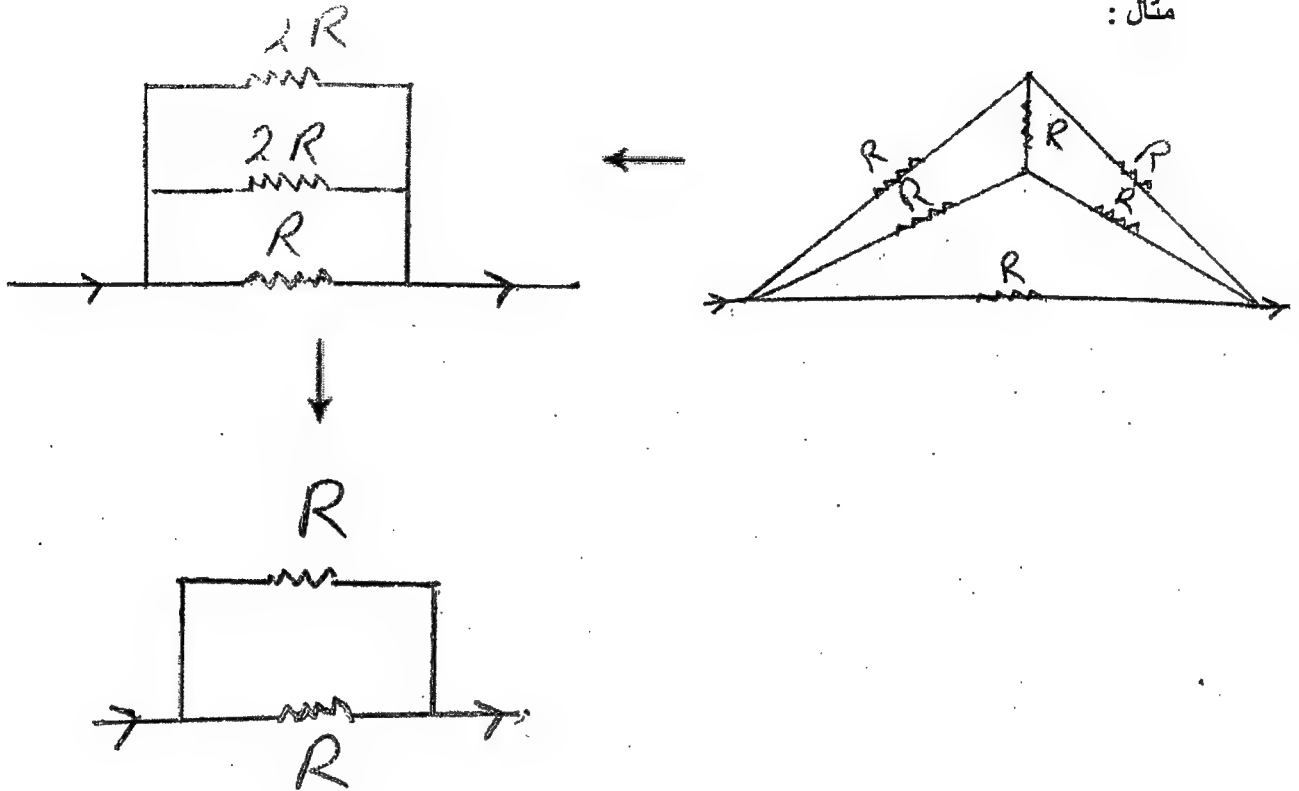


- نجد أن المقاومات مقسمة بنفس النسب
(5:5) ، (5:5) فتُلغى المقاومة الوسطي
لأنها تكون محصورة بين نقطتين لهما نفس
الجهد.



$$R_t = 5 \Omega \quad \leftarrow$$

مثال :



$$R_t = \frac{1}{2} R$$

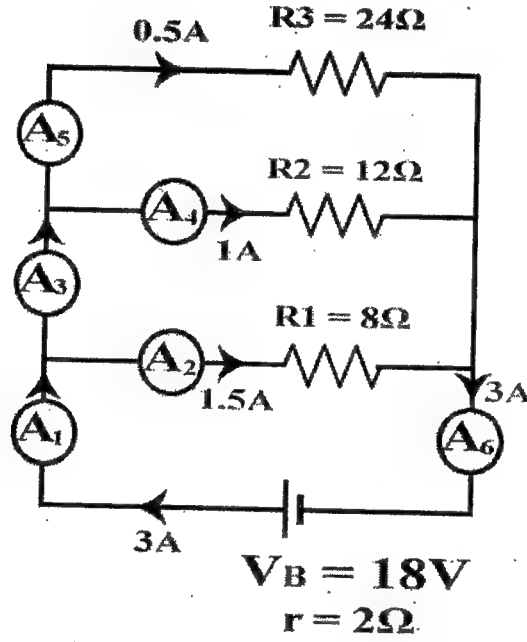
المحاضرة السادسة: تابع الكهربائية التيارية

محتويات المحاضرة

قراءة الأميتر - قراءة الفولتميتر - ق . د . ك - كفاءة البطارية - قدرة البطارية - مسألة
شاملة - إضاءة المصباح (إنهما مضيء أكثر) - طريقة النقط

قراءة الأميتر

[level 1]



- لنجد قراءة الأميترات نجد أن :

$\leftarrow A_1$ يقرأ التيار العمومي (الكلي للدائرة)

$\leftarrow A_2$ يقرأ تيار المقاومة R_1 (تيار محلي)

$\leftarrow A_3$ يقرأ مجموع تيار $A_1 - A_2$ أو يقرأ مجموع تيار R_2, R_3

$\leftarrow A_4$ يقرأ تيار المقاومة R_2

$\leftarrow A_5$ يقرأ تيار المقاومة R_3

$\leftarrow A_6$ يقرأ التيار الكلي

- $V_B = 18 V, r = 2 \Omega, R_t = 4 \Omega$
 $I = I_t = \frac{V_B}{R+r} = \frac{18}{6} = 3 A$
- $V_{مجموعة} = I_{مجموعة} R_{مجموعة} = 3 \times 4 = 12 V$
- $I_{(24 \Omega)} = \frac{V_{فوق}}{R_{فوق}} = \frac{12}{24} = 0.5 A$
- $I_{(12 \Omega)} = \frac{V_{12 \Omega}}{R_{12 \Omega}} = \frac{12}{12} = 1 A$
- $I_{(8 \Omega)} = \frac{V_{تحت}}{R_{تحت}} = \frac{12}{8} = 1.5 A$

مما سبق نستخلص أن :

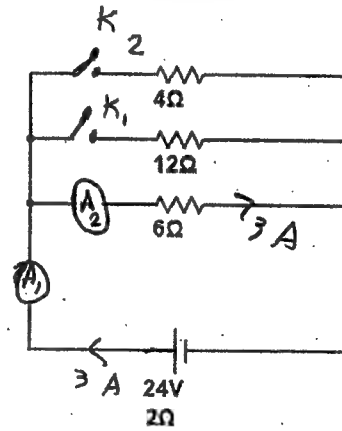
A_1 يقرأ $3 A$ ، A_2 يقرأ $1.5 A$ ، A_3 يقرأ $1.5 A$ ،
 A_4 يقرأ $1 A$ ، A_5 يقرأ $0.5 A$ ، A_6 يقرأ $3 A$ ،

[و كان عربة نقل عليها حمولة $3 A$ تفرغ من الحمولة في المقاومة الأولى $1.5 A$ فيتبقى عليها $1.5 A$ (A_3) ثم تضع من الحمولة $1 A$ في المقاومة الثانية (A_4) فيتبقى من الحمولة $0.5 A$ (A_5) تفرغهم في المقاومة الثالثة]

$V_B = 24 V, r = 2 \Omega, R = 6 \Omega$

$$I = \frac{V_B}{R+r} = \frac{24}{8} = 3 A$$

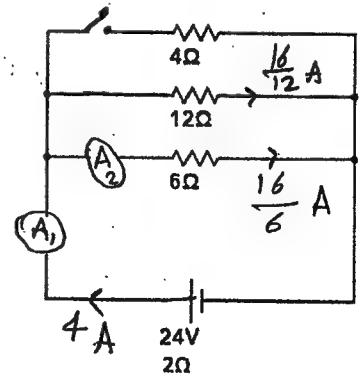
$A_1 \rightarrow 3 A$ ، $A_2 \rightarrow 3 A$



$$V = IR = 4 \times 4 = 16 V$$

$V_B = 24 V, r = 2 \Omega, R = \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 4 A$

$A_1 \rightarrow 4 A$ ، $A_2 \rightarrow \frac{16}{6} A$

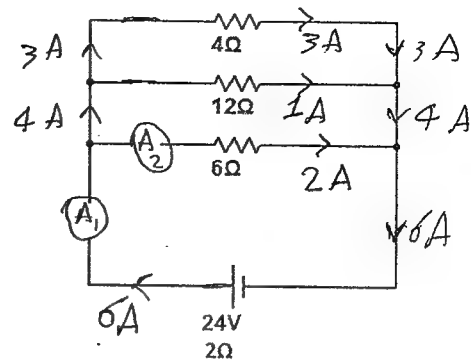


$$V_B = 24V, r = 2\Omega, R = 2\Omega$$

$$I = \frac{V_B}{R + r} = \frac{24}{2 + 2} = 6A$$

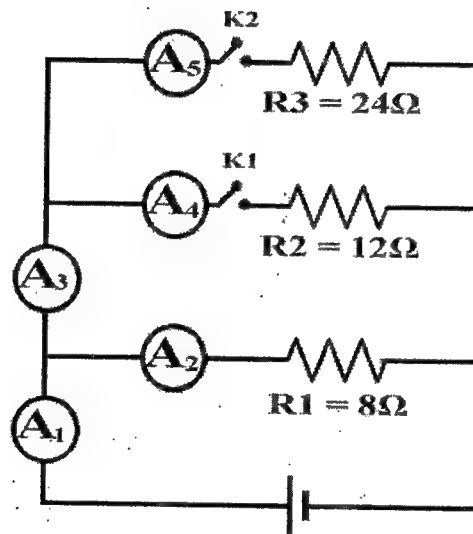
$$A_1 \rightarrow 6A, A_2 \rightarrow 2A$$

$$V = IR = 2 \times 2 = 4V$$



[level 2]

• أوجد قراءة الأميترات في حالة فتح K_2, K_1

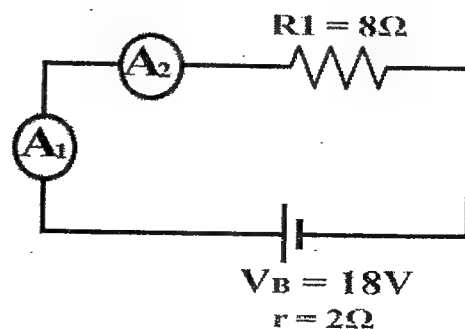


$$V_B = 18V$$

$$r = 2\Omega$$

- في حالة فتح K_2, K_1 :

$$A_1 = A_2 = I_t = \frac{V_B}{R + r} = \frac{18}{8 + 2} = 1.8A$$



$$V_B = 18V$$

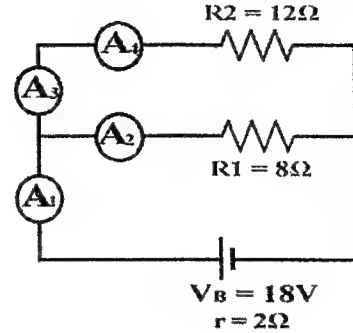
$$r = 2\Omega$$

- في حالة غلق K_1 :

$$R_{out} = \frac{12 \times 8}{12 + 8} = 4.8 \Omega, V_B = 18 V, r = 2 \Omega$$

$$\therefore I_{\text{عمومي}} = \frac{V_B}{R + r} = \frac{18}{4.8 + 2} = \frac{45}{17} A$$

(ممنوع التقريب إلي رقم عشري)



← لإيجاد تيار كل من المقاومتين R_2, R_1 :

1- بطريقة التقسيم بعكس نسب المقاومات

$$R_1 : R_2 = 12 : 8 = 3 : 2$$

$$\therefore I_1 : I_2 = 2 : 3$$

نقوم بتقسيم التيار الكلي إلي 5 أجزاء نجد أن الجزء الواحد يساوي $\frac{9}{17}$

$$\therefore A_2 = 2 \times \frac{9}{17} = \frac{18}{17} A$$

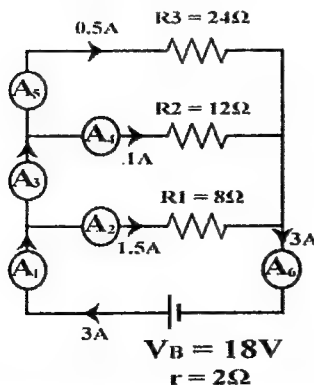
$$A_4 = A_3 = 3 \times \frac{9}{17} = \frac{27}{17} A$$

2- بطريقة العفريت (الطريقة اللي هتحل بيها في الامتحان)

$$V_{\text{مجموعة}} = I_{\text{مجموعة}} R_{\text{مجموعة}} = \frac{45}{17} \times 4.8 = \frac{216}{17} V$$

$$I_{\text{فوق}} = \frac{V_{\text{فوق}}}{R_{\text{فوق}}} = \frac{\frac{216}{17}}{12} = \frac{18}{17} A \rightarrow A_4 = A_3$$

$$I_{\text{تحت}} = \frac{V_{\text{تحت}}}{R_{\text{تحت}}} = \frac{\frac{216}{17}}{8} = \frac{27}{17} A \rightarrow A_2$$

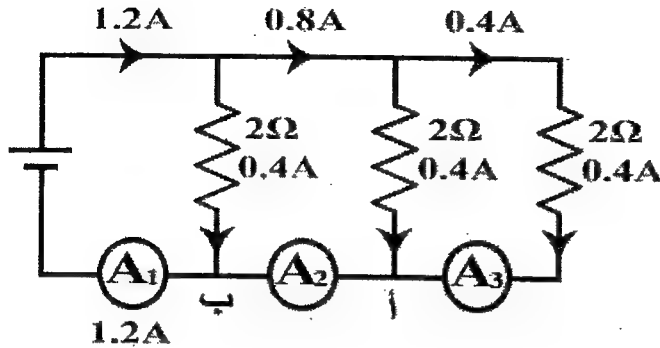


- في حالة غلق K_2, K_1 :

تعود الرسمية للشكل الأصلي.

• مثال مشهور :

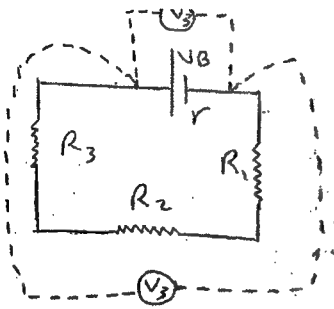
أوجد قراءات الأميترات.



- تقسم 1.2 A علي الثلاث مقاومات بالتساوي فيمر في كل مقاومة 0.4 A و كأن معك عربة نقل حمولتها 1.2 A تفرغ 0.4 A في المقاومة الأولى و يتبقى عليها 0.8 A ثم تفرغ 0.4 A في المقاومة الثانية فيتبقى عليها 0.4 A (A_3) ثم تصل لنقطة أ و تجمع 0.4 A من المقاومة الثانية بالإضافة إلي 0.4 A التي عليها فيكون معها 0.8 A (A_2) ثم تجمع 0.4 A عندما تصل إلي ب فيكون معها حمولة 1.2 A (A_1)

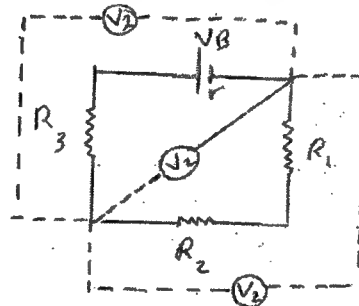
قراءة الفولتميتر

[level 1] (تعلم كيفية قراءة الأميتر)



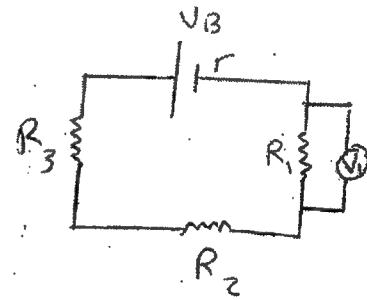
$$V_B = Ir + IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$\begin{aligned} V_3 &= IR_1 + IR_2 + IR_3 \\ &= V_B - Ir \end{aligned}$$



$$V_B = Ir + IR_1 + IR_2 + IR_3$$

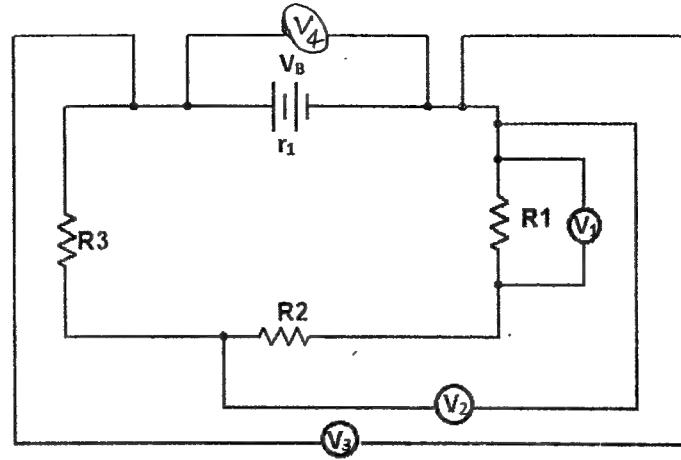
$$\begin{aligned} V_2 &= IR_1 + IR_2 \\ &= V_B - Ir - IR_3 \end{aligned}$$



$$V_B = \underbrace{Ir}_{V_{in}} + \underbrace{IR_1 + IR_2 + IR_3}_{V_{out}}$$

$$IR_1 = V_B - Ir - IR_2 - IR_3$$

$$\begin{aligned} V_1 &= IR_1 \\ &= V_B - Ir - IR_2 - IR_3 \end{aligned}$$



$$V_B = V_{in} + V_{out} = Ir + IR_1 + IR_2 + IR_3$$

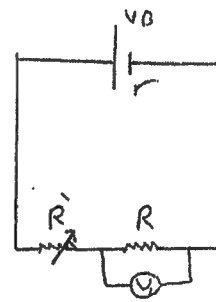
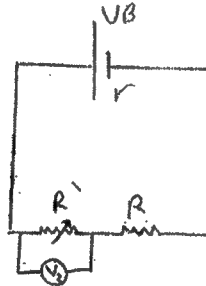
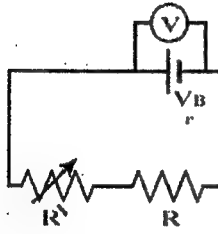
$$V_1 = IR_1 = V_B - Ir - IR_2 - IR_3$$

$$V_2 = IR_1 + IR_2 = V_B - Ir - IR_3$$

$$V_3 = IR_1 + IR_2 + IR_3 = V_B - Ir = V_B - V_{in}$$

$$V_4 = V_3 \text{ (نفس النقطتين)} = V_B - Ir = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

[level 2]



ملحوظة : الريوستات هي مقاومة متغيرة ورمزها $\text{---}\text{---}\text{---}$ أو $\text{---}\text{---}\text{---}$

$$V_B = Ir + IR + IR'$$

$$V_B = Ir + IR + IR'$$

$$V_B = Ir + IR + IR'$$

س : ما الذي يحدث لقراءة الفولتميتر عند زيادة الريوستات ؟

$$V_3 = IR + IR' \rightarrow (1)$$

$$V_3 = V_B - Ir \rightarrow (2)$$

بزيادة R' يقل I و يظل V_B, r ثابتين.
لا يمكن الاستدلال من (1)
و من (2) نجد أن V_3 تزداد

$$V_2 = IR' \rightarrow (1) \quad (\text{تلك})$$

$$V_2 = V_B - Ir - IR \rightarrow (2) \quad (\text{تلك})$$

بزيادة R' يقل I و يظل V_B, r ثابتين.
لا يمكن الاستدلال من المعادلة (1)
و من المعادلة (2) نجد أن V_2 تزداد

$$V_1 = IR \rightarrow (1) \quad (\text{معادلة تلك})$$

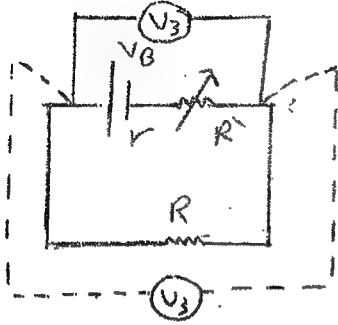
$$V_1 = V_B - Ir - IR' \rightarrow (2) \quad (\text{معادلة تلك})$$

بزيادة R' يقل I و يظل V_B, r ثابتين.
لا يمكن الاستدلال من المعادلة (2)
و من المعادلة (1) نجد أن V_1 تقل

مما سبق نستنتج أن المعادلة اللي فيها R هي المعادلة اللي بتدّك و لا يمكن الإستدلال منها علي ما يحدث لقراءة الفولتميتر.

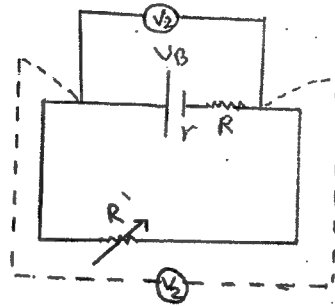
لذلك ... (المعادلة اللي فيها R متسألهاش) ☺ ☺ :

[level 3]



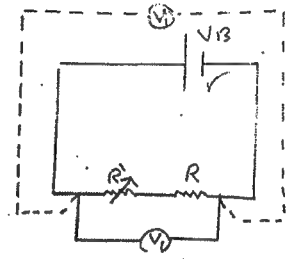
$$V_3 = IR$$

(نقل V_3)



$$V_2 = V_B - Ir - IR$$

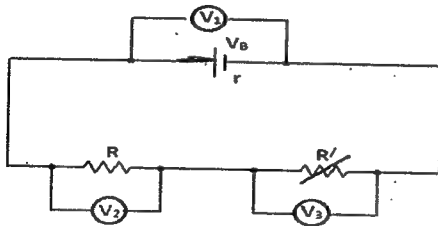
(تزداد V_2)



$$V_1 = V_B - Ir$$

(تزداد V_1)

← لاحظ أننا لم نستخدم المعادلة اللي فيها R لأنها (هتدّك) و (اللي فيها R متسألهاش)



• جابوب يا معلم :

عند زيادة الريوستات فإن :

V_1 يزداد أم يقل ؟

V_2 يزداد أم يقل ؟

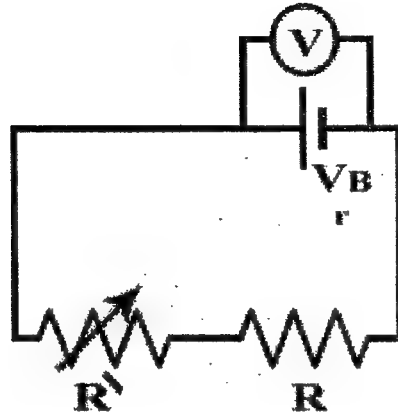
V_3 يزداد أم يقل ؟

$$V_1 = \dots + \dots = \dots - \dots$$

$$V_2 = \dots = \dots - \dots - \dots$$

$$V_3 = \dots = \dots - \dots - \dots$$

ق. د. ك



$$V = V_B - Ir$$

• كلما زادت قيمة الريوستات فإن قراءة الفولتميتر سوف (تزداد) (علل) ؟؟

← ∴ قراءة هذا الفولتميتر تتعين من العلاقة $V = V_B - Ir$

، ∴ عند زيادة الريوستات تظل V_B ، r ثوابت بينما يقل I

∴ يزداد V

• كلما زادت قيمة المقاومة الخارجية للدائرة فإن قراءة الفولتميتر بين طرفي البطارية سوف (تزداد)

• كلما زادت قيمة المقاومة الخارجية للدائرة فإن (فرق الجهد بين طرفي المصدر) سوف (يزداد)

• ماذا يحدث مع ذكر السبب ؟؟ لفرق الجهد بين طرفي المصدر عند زيادة الريوستات (المقاومة الخارجية).

← سوف (يزداد) تبعا للعلاقة $V = V_B - Ir$

• ماذا يحدث مع ذكر السبب لفرق الجهد بين طرفي المصدر عند زيادة المقاومة الخارجية إلى (∞) مالا نهاية (أي تم فتح مفتاح الدائرة)

يصبح التيار بصفر و من العلاقة $V = V_B - Ir$ نجد أن $V = V_B$

و من ذلك نستنتج أن :

ق. د. ك المصدر هي فرق الجهد بين طرفي المصدر في حالة عدم مرور تيار كهربائي.

كفاءة البطارية

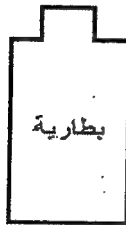
- البطارية تعتبر مخزن للطاقة بها طاقة كيميائية مخزنة فيها ، و عندما توصل في الدائرة تتحول الطاقة الكيميائية إلى كهربائية.

- مثلاً بطارية مخزن لها 100 J ... هل عند تشغيلها في الدائرة الخارجية سوف تعطي 100 J كلهم؟ لا.. لأن جزء من الشغل يبذل داخل البطارية ، فإذا أعطتنا 90 فقط فإن هذا معناه أن كفاءتها 90%

$$\begin{aligned} \text{كفاءة البطارية} &= \frac{W_{out}}{W_B} \times 100 \quad \div t \\ &= \frac{P_{W_{out}}}{P_{W_B}} \times 100 \quad \div t \\ &= \frac{V_{out}}{V_B} \times 100 \quad \div t \\ &= \frac{R_{out}}{R_{out} + r_{in}} \times 100 \end{aligned}$$

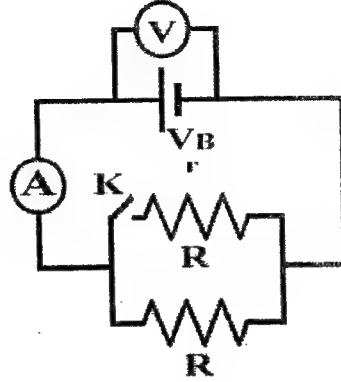
قدرة البطارية

هل يمكن كتابة البيانات الآتية علي البطارية ؟؟



- $V_B = 1.5 V$ ← ثابتة ✓
 - $r = 1 \Omega$ ← ثابتة ✓
 - $W = 100 J$ ← حيث تكون الطاقة الكيميائية المخزنة بها ثابتة ✓
 - $I = 5 A$ × لأن التيار يختلف باختلاف المقاومة الموجودة في الدائرة الخارجية
- التي توصل فيها البطارية حيث $I = \frac{V_B}{R+r}$ ← متغيرة
- ← متغيرة
- $P_W = 100 W$ ← × لأن $P_{W_B} = V_B I_B$ ، I_B متغيرة إذن P_{W_B} متغيرة.
 - $90\% = \text{الكفاءة}$ ← × لأن $\text{الكفاءة} = \frac{R}{R+r}$ ، R متغيرة فتتغير الكفاءة.

مسألة شاملة



عند غلق المفتاح فإن :

1- قراءة الأميتر سوف (تزداد)

← لأن المقاومة الكلية تقل عند غلق المفتاح وبالتالي تزداد I

$$\uparrow I_{\text{عمومي}} = \frac{V_B}{R+r}$$

2- قراءة الفولتميتر سوف (تقل)

← لأن المقاومة تقل و يزداد التيار و تبعاً للعلاقة $V = V_B - Ir$ فإن V تقل.

3- القدرة المسحوبة من المصدر سوف (تزداد)

← لأن المقاومة تقل و يزداد I_B و من العلاقة $P_{WB} = V_B I_B$ تزداد P_{WB}

س : علل : عند دمج مقاومة في الدائرة علي التوازي فإن القدرة المسحوبة من المصدر تزداد ؟؟

ج : لأن عند دمج مقاومة في الدائرة علي التوازي تقل المقاومة الكلية فيزداد التيار العمومي في

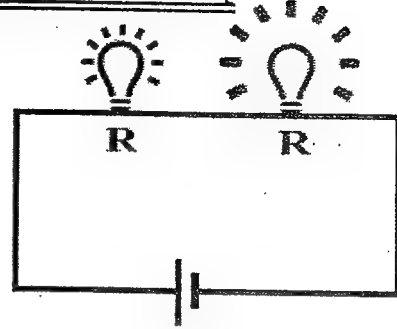
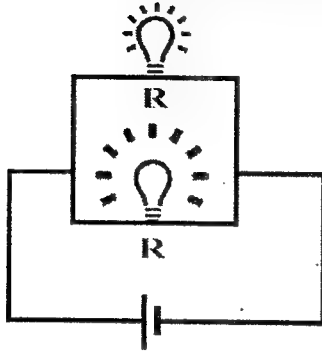
الدائرة . و ذلك تبعاً للعلاقة $I_{\text{عمومي}} = \frac{V_B}{R+r}$ فتزداد القدرة المسحوبة من المصدر تبعاً للعلاقة

$$\uparrow P_{WB} = V_B \cdot \uparrow I_B$$

4- كفاءة البطارية سوف (تقل)

← تبعاً للعلاقة $\text{كفاءة البطارية} = \frac{R}{R+r}$

ملحوظة : كلما قلت المقاومة الداخلية r للبطارية زادت كفاءتها و ذلك من العلاقة $\text{الكفاءة} = \frac{R}{R+r}$

إضاءة المصباح .. أيهما يضيء أكثر

• صاحب الإضاءة الأكبر هو صاحب الطاقة الكهربائية الأكثر.

- في حالة المصباحان موصلان علي التوالي : - في حالة المصباحان موصلان علي التوازي :

$$W = V I t = V \frac{V}{R} t$$

$$W = V I t = I R I t$$

مثال آخر : إذا كان لديك سلكان وصلا مرة علي التوالي و مرة علي التوازي و تريد معرفة أيا منهم سوف يسخن أكثر في كل حالة ؟؟

← أيضا ... السلك الذي يسخن أكثر هو صاحب الطاقة الأكبر.

- في حالة التوالي الذي يسخن أكثر هو صاحب الجهد الأكبر أو المقاومة الأكبر.
- في حالة التوازي الذي يسخن أكثر هو صاحب التيار الأكبر أو المقاومة الأقل.

طريقة النقطةالمبادئ :-

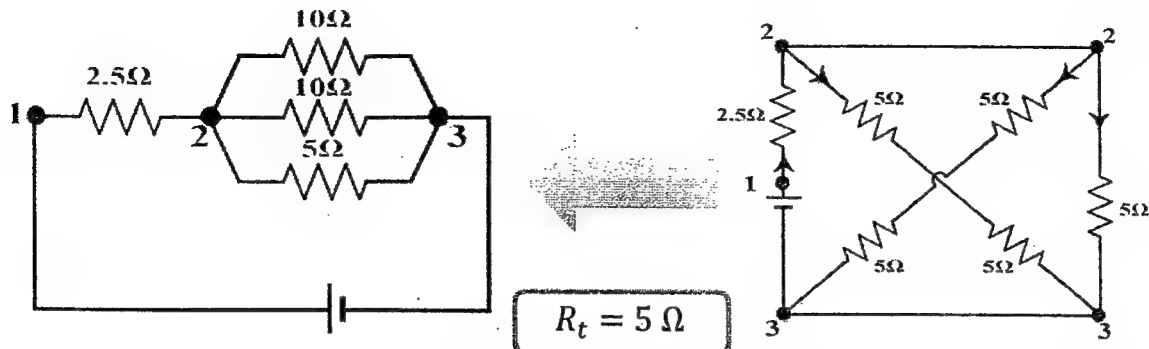
- التيار يمر من الجهد الأعلى إلي الجهد الأقل.
- لا يمر التيار بين نقطتين لهما نفس الجهد.

موقع ايجي فاست التعليمي

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

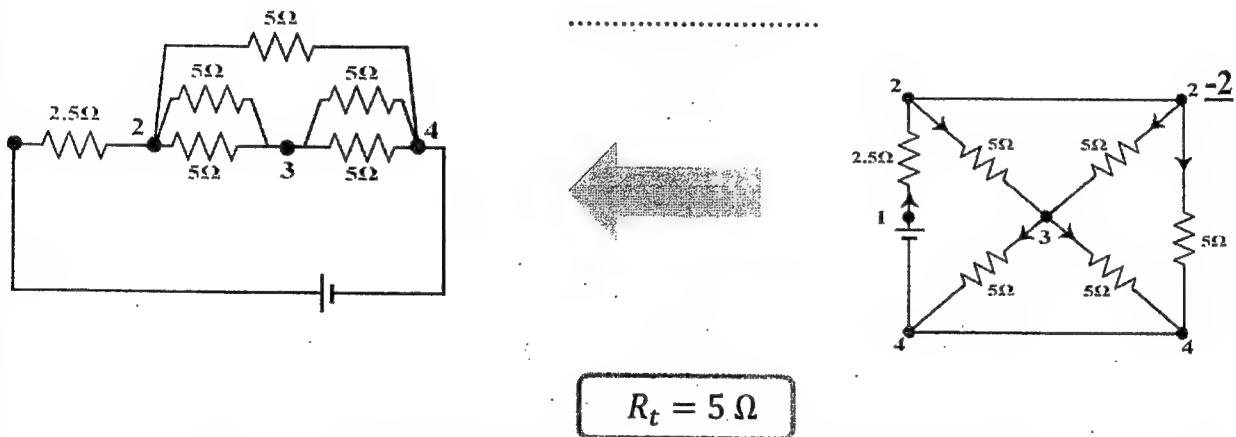
الوحدة الأولى: الكهربائية التيارية

-1

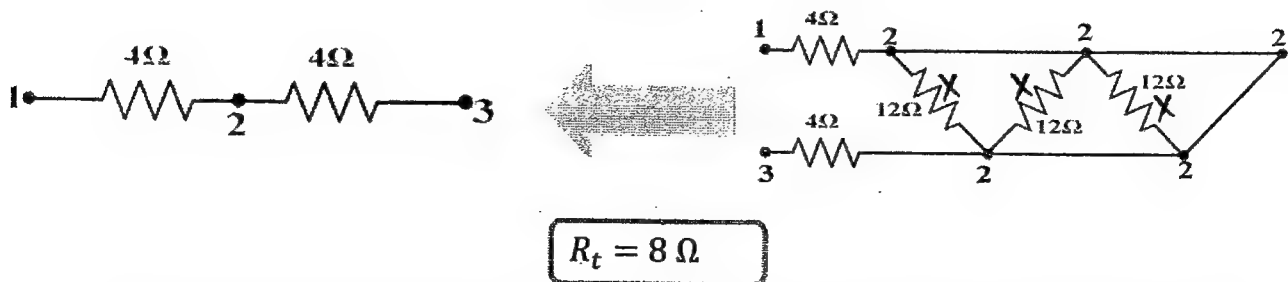


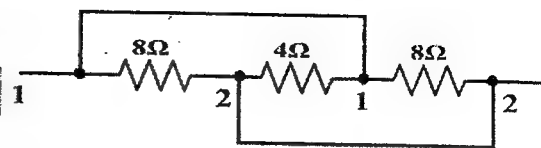
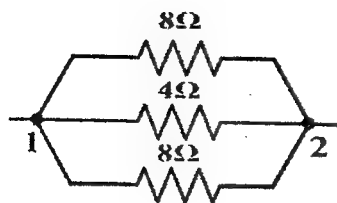
∴ التيار خارج من البطارية كما بالشكل : إذا النقطة 1 هي أعلى النقاط جهدا و تطلق من النقطة 1 سهمًا لتصيب نقطة التقاطع التي تليها وهي النقطة 2 ، حيث أن النقطة 2 أقل جهدا من النقطة 1 نظرا لما استنفذ من جهد خلال المقاومة 2.5Ω

و نظرا لوجود السلك الفاضي فيكون الطرف الآخر للسلك أيضا له نقطة 2 لأن فرق الجهد عبر السلك الفاضي بصفر ثم نطلق السهم من نقطة 3 ، و يوجد سلك فاضي أيضا بالأسفل فيأخذ الطرف الآخر أيضا نقطة 3 ، ثم نعيد الرسم.

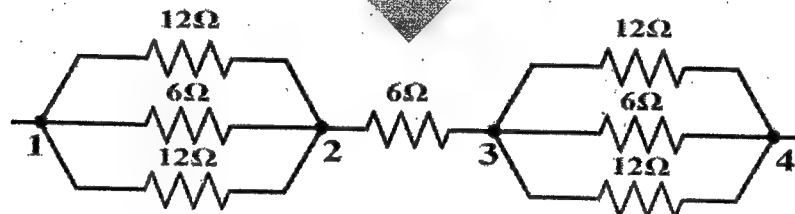
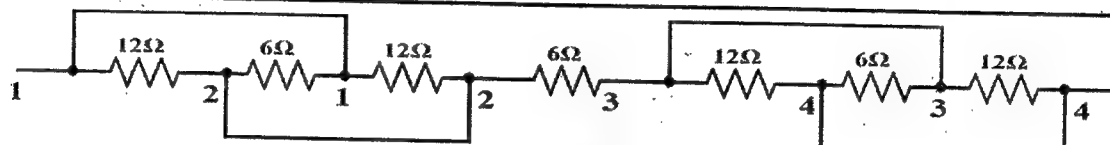


- التيار خارج من البطارية من النقطة 1 و نطلق السهم من النقطة 1 لتصيب النقطة 2 ، ثم نطلق السهم من النقطة 2 لتصيب النقطة 3 حيث أن النقطة 3 هي نقطة تقاطع ثم نطلق السهم من النقطة 3 لتصيب النقطة 4 ثم نعيد الرسم.

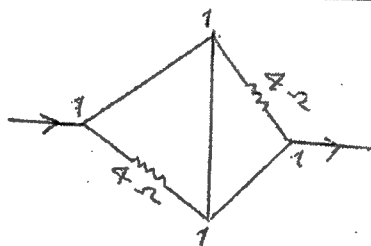




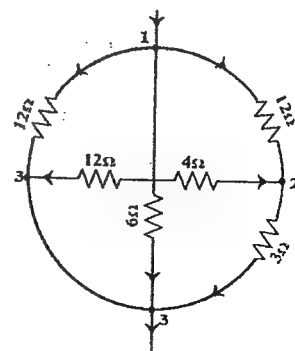
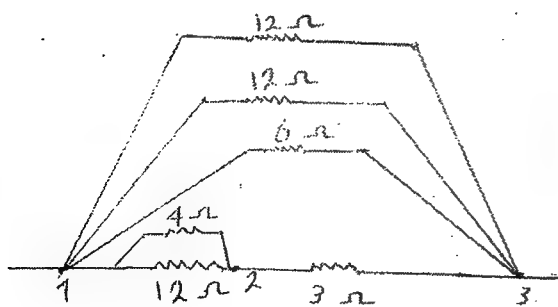
$$R_t = 2 \Omega$$



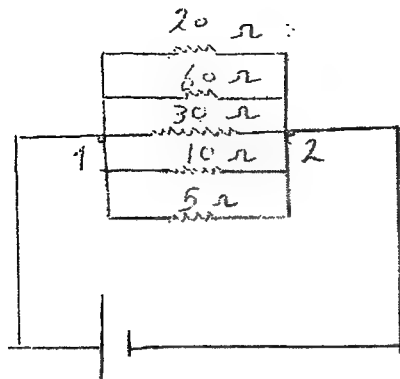
$$R_t = 12 \Omega$$



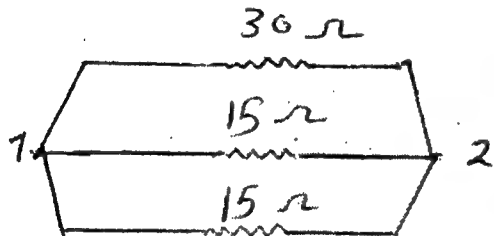
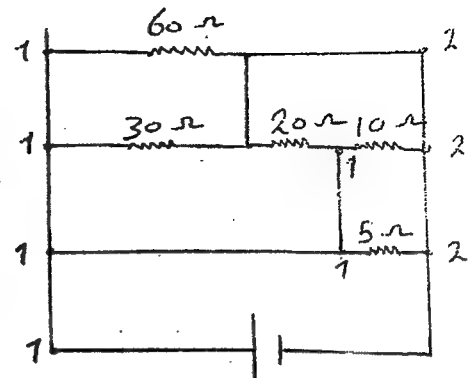
$$R_t = 0$$



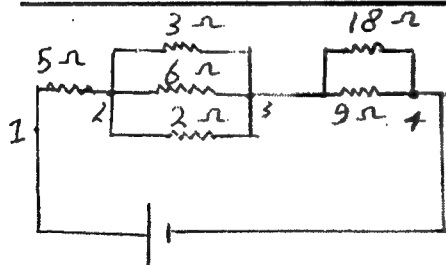
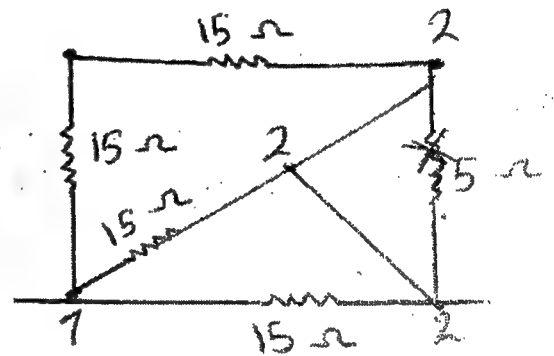
$$R_t = 2 \Omega$$



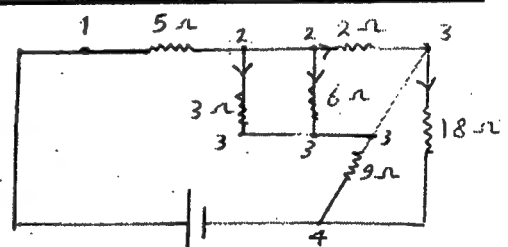
$$R_t = 2,5 \Omega$$



$$R_t = 6 \Omega$$



$$R_t = 12 \Omega$$

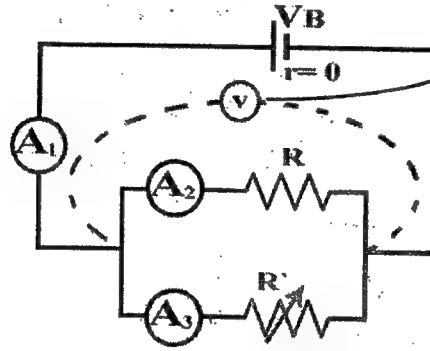


المحاضرة السابعة: تابع الكهربائية التيارية

محتويات المحاضرة

مثال هام علي قراءة الأميترات و الفولتميترات - توصيل الأجهزة المنزلية - دائرة الشحن - البياني - تجربة تحقيق قانون أوم عملياً - قانون كيرشوف الأول

مثال هام علي قراءة الأميترات و الفولتميترات



عند تقليل R' فإن A_1 : (تزداد)

A_2 : (يظل ثابت)

A_3 : (يزداد)

- خطواتك ↓↓

$$A_1 \xrightarrow{\text{يقيس}} I_{\text{كلي}} = \frac{V_B}{R+r}$$

$\therefore A_1 \rightarrow$ (يزداد)

$$A_2 \xrightarrow{\text{يقيس}} I_{\text{فوق}} = \frac{V_{\text{فوق}}}{R_{\text{فوق}}} = \frac{V_B - I r}{R_{\text{فوق}}} = \frac{V_B}{R_{\text{فوق}}} \quad \text{--- zero}$$

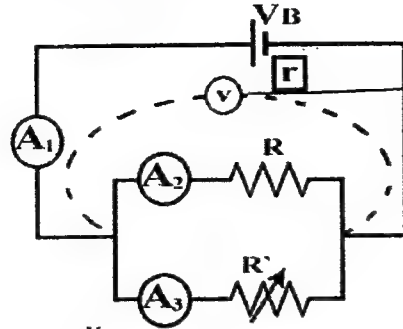
[V_B ، $R_{\text{فوق}}$ ثابت]

$\therefore A_2 \rightarrow$ (يظل ثابت)

$$A_3 \xrightarrow{\text{يقيس}} I_{\text{تحت}} = \frac{V_{\text{تحت}}}{R'_{\text{تحت}}} = \frac{V_B}{R'_{\text{تحت}}}$$

[V_B ، R' يقل]

$\therefore A_3 \rightarrow$ (يزداد)



$$V = I_{\text{تحت}} R_{\text{فوق}} = I_{\text{تحت}} R_{\text{تحت}} = I_{\text{مجموعة}} R_{\text{مجموعة}} = V_B - Ir$$

$$A_1 \xrightarrow{\text{يقيس}} I_{\text{عمومي}} = \frac{V_B}{R+r}$$

[عند ثوابت r, V_B ، تقل R_{out}]

$\therefore A_1 \rightarrow$ (يزداد)

$$A_2 \xrightarrow{\text{يقيس}} I_{\text{فوق}} = \frac{V_{\text{فوق}}}{R_{\text{فوق}}} = \frac{V_B - Ir}{R_{\text{فوق}}} \quad [\text{عند تقليل } R \leftarrow \text{ يزداد } I, (r, V_B \text{ ثوابت}) \leftarrow V_{\text{فوق}} \text{ يقل}]$$

$\therefore A_2 \rightarrow$ (يقل)

$$A_3 \xrightarrow{\text{يقيس}} I_{\text{تحت}} = \frac{V_{\text{تحت}}}{R_{\text{تحت}}}$$

[عند تقليل $R \leftarrow$ ، $V_{\text{تحت}}$ يقل ، $R_{\text{تحت}}$ تقل ،

و بالتالي لا أستطيع أن أعرف ما حدث لقراءة $I_{\text{تحت}}$]

$$\therefore A_3 \Rightarrow A_1 - A_2 \Rightarrow \#$$

من العلاقة (#) نجد أن A_3 تزداد (زيادتين) \leftarrow الزيادة التي ازدادها A_1
 \leftarrow تعويض النقص الذي حدث لـ A_2

$\therefore A_3 \rightarrow$ (تزداد)

توصيل الأجهزة المنزلية

علل .. توصل الأجهزة المنزلية علي التوازي؟؟

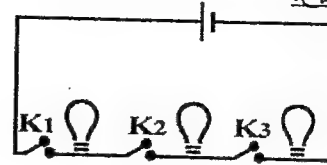
- 1- حتي يمكن تشغيل كل جهاز علي حدة.
- 2- حتي لا يتأثر تيار كل جهاز بتشغيل أجهزة أخرى ، حيث عند تشغيل المزيد من الأجهزة تقل المقاومة الكلية فيزداد التيار الكلي فلا يتأثر تيار الأجهزة التي كانت تعمل أولاً .
- 3- حتي يكون فرق الجهد بين طرفي كل جهاز ثابت و معلوم و مساوي لجهد المصدر و بالتالي يمكن تحديد قيمة المقاومة الواجب وضعها داخل كل جهاز.

موقع ايجي فاست التعليمي

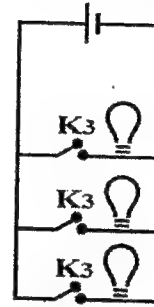
الوحدة الأولى: الكهربية التيارية

الفصل الأول: التيار الكهربائي وقانون أوم

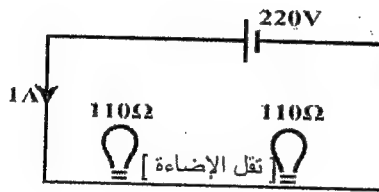
التوضيح:



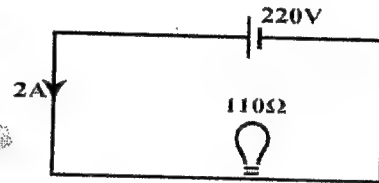
- عند توصيل الـ 3 مصابيح علي التوالي و تم فتح أحد المفاتيح K_1, K_2, K_3 نجد أن المصابيح لا تضيء تماماً.



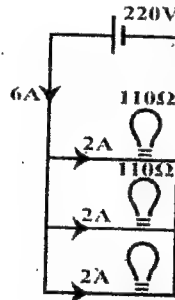
مثال : (لتوضيح رقم 2)



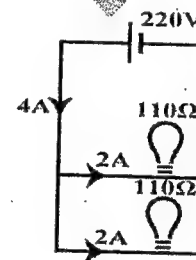
عند توصيل مصباح معها علي التوالي



عند توصيل مصباح آخر معها علي التوازي



[تظل الإضاءة كما هي]



[تظل الإضاءة كما هي]

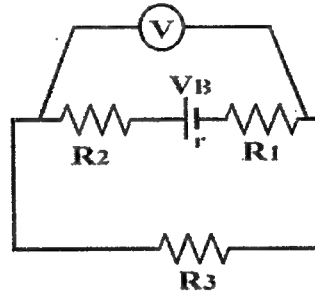
توضيح رقم 3:

- مصنع لصناعة المصابيح ، عند عمل المصباح يوضع له مقاومة و ذلك للتحكم في شدة التيار المار إليه حيث لا يمر فيه تيار زيادة يحرقه أو تيار أقل يجعله يعمل بكفاءة أقل، و لكن ما قيمة هذه المقاومة ؟؟
لمعرفة قيمة المقاومة التي توضع للمصباح لابد من معرفة فرق الجهد الذي يوصل به فإذا تم توصيل الأجهزة في المنزل علي التوالي و كان فرق جهد المصدر 220 V يكون فرق الجهد علي كل جهاز غير معلوم ، و لكن عند توصيل الأجهزة في المنزل علي التوازي يكون فرق الجهد علي كل جهاز معلوم و مساوي لفرق جهد المصدر (220 فولت مثلا)

- لذلك نجد أن عليّة المصباح مكتوب عليها (مثلا 100 W) و 220 فولت و بالتالي مصنع الأجهزة يتمكن من معرفة المقاومة التي يضعها بالجهاز ليحصل علي التيار المحدد الذي يجعل الجهاز يعمل بكفاءة.

• كيفية قراءة الفولتميتر في المثال التالي :

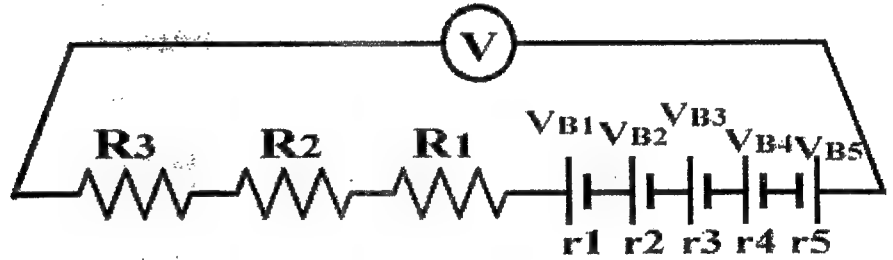
$$V = V_B - Ir - IR_1 - IR_2$$



∴ تأخذ فولتات V_B ، R_1 ، R_2 : تأخذ لنفسها Ir (تأخذ لنفسها Ir) و V يقيس المحصلة $V_B - Ir - IR_1 - IR_2$ وهي

مثال آخر :

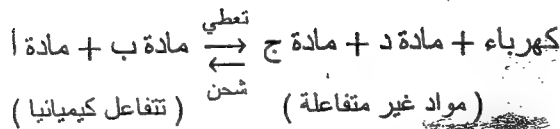
العطاء - الأخذ



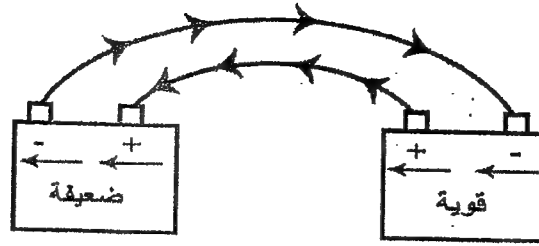
$$V = V_{B_2} + V_{B_2} + V_{B_3} + V_{B_4} - V_{B_5} - Ir_1 - Ir_2 - Ir_3 - Ir_4 - Ir_5 - IR_1 - IR_2 - IR_3$$

دائرة الشحن

- البطارية بداخلها مواد تتفاعل كيميائيا كالآتي



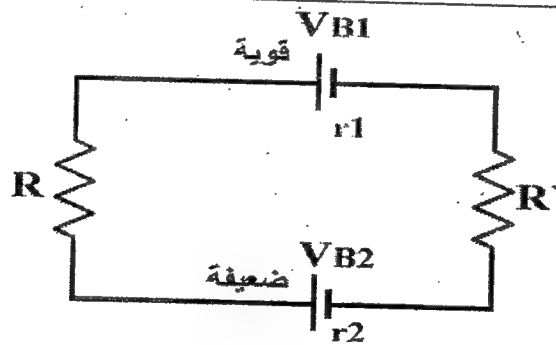
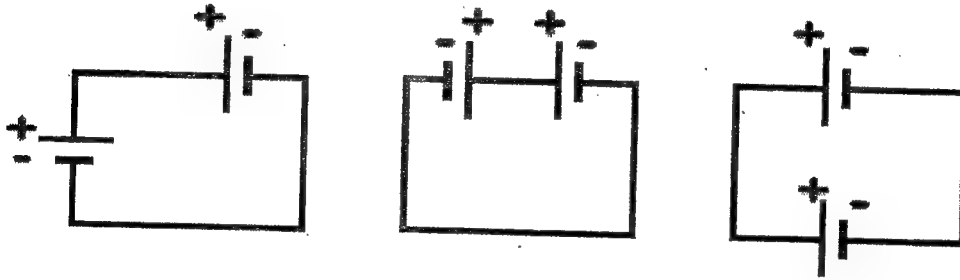
- لكي تتم عملية الشحن لابد أن تحدث عملية داخل البطارية عكس العملية الأصلية .
.. مثلا ← ... عندما تتعطل السيارة (البطارية نامت) ← نأخذ وصلة من بطارية سيارة أخرى .



في كل بطارية قطب موجب + و قطب سالب - ، و نجيب كابلين و نقوم بتوصيل الموجب البطاريتين ببعض ، و نقوم بتوصيل الطرف الموجب بالأولي بالطرف الموجب للبطارية الأخرى ، و الطرف السالب للأولي بالطرف السالب للأخرى. كل بطارية تريد أن تُمشي التيار من موجبها و لكن البطارية القوية فقط هي التي تستطيع ذلك ، و نجد أن تيار البطارية القوية يمر من موجبها إلي سالبها خارجها ، و من سالبها إلي موجبها داخلها و بذلك تيارها يمر في وضعه الطبيعي ، أما في البطارية الضعيفة نجد أن تيارها يمر من سالبها إلي موجبها خارجها و من موجبها إلي سالبها داخلها ، أي أن التيار يمر عكس الوضع الأصلي فيتم بداخلها عكس التفاعل و ذلك لأنها هي تُشحن.

$$\therefore I_{\text{شحن}} = \frac{V_{B_{\text{قوية}}} - V_{B_{\text{ضعيفة}}}}{r_{\text{قوية}} + r_{\text{ضعيفة}} + R_{\text{أسلاك}}}$$

•• أشكال لدائرة الشحن :

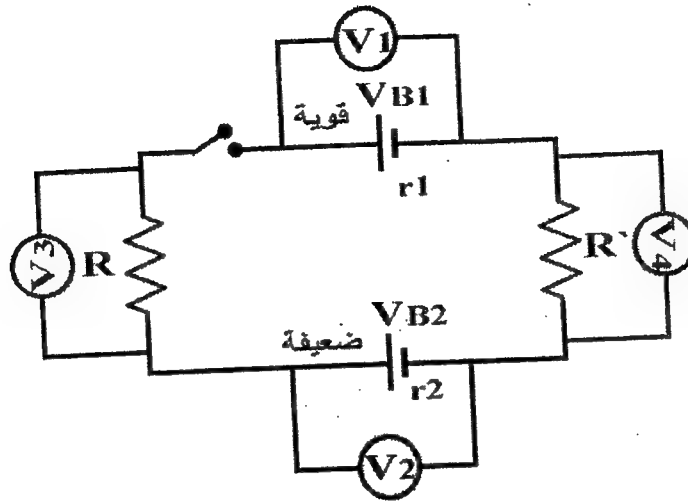


$V_{B1} \leftarrow$ تأخذ و تعطي فولتات [تأخذ r_1 و هو الجهد المبذول داخل B_1]

$R' \leftarrow$ تستقبل [IR' و هو الجهد المبذول داخل المقاومة R']

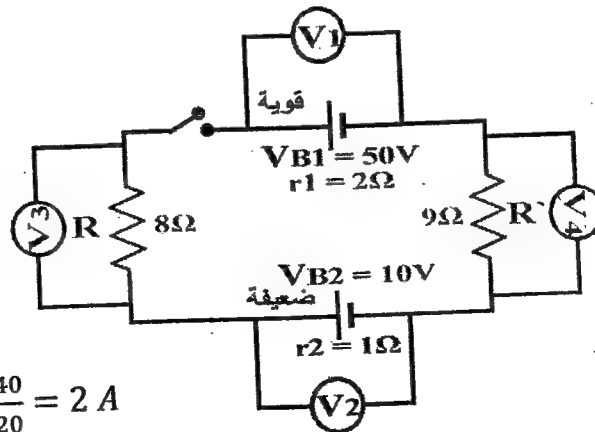
$R \leftarrow$ تستقبل [IR و هو الجهد المبذول داخل المقاومة R]

$V_{B2} \leftarrow$ تستقبل [r_2 و هو الجهد المبذول داخل B_2 (البطارية 2)]



	K مفتوح	K مغلق	زيادة R\
V_1	$V_1 = V_{B1}$	$V_1 = V_{B1} - Ir_1$	$\uparrow V_1 = V_{B1} - Ir_1$ (يزداد V_1)
V_2	$V_2 = V_{B2}$	$V_2 = V_{B2} + Ir_2$	$\downarrow V_2 = V_{B2} + Ir_2$ (تقل V_2)
V_3	$V_3 = 0$	$V_3 = IR$	$\downarrow V_3 = IR$ (تقل V_3)
V_4	$V_4 = \text{zero}$	$V_4 = IR$	$\uparrow V_4 = V_{B1} - V_{B2} - Ir_1 - Ir_2 - IR$ (تزداد V_4)

مثال :



$$I_t = \frac{50-10}{(9+8+2+11)} = \frac{40}{20} = 2 \text{ A}$$

$$V_1 = 50 - (2 \times 2) = 46 \text{ V}$$

$$V_1 = V_2 + V_3 + V_4$$

$$V_3 = 2 \times 8 = 16 \text{ V}$$

$$V_4 = 2 \times 9 = 18 \text{ V}$$

$$V_2 = 10 + (2 \times 1) = 12 \text{ V}$$

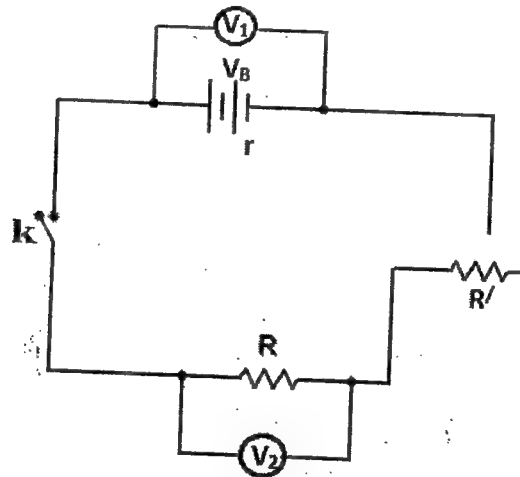
$$= V_1 - (V_3 + V_4) = 46 - (34) = 12 \text{ V}$$

العلاقة بين الفولتمترات :-

الفولتمتر بين طرفي المصدر = مجموع الفولتمترات.
(مجموع فروق الجهد في الدائرة كلها) =

س: (امتحان مصر)

- اكتب العلاقة بين قراءة كل من V_1 و V_2 ، وشدة التيار الكهربائي I المار بالدائرة.



$$V_1 = V_2 + I_s \quad \#$$

You are the person in the front seat of your car

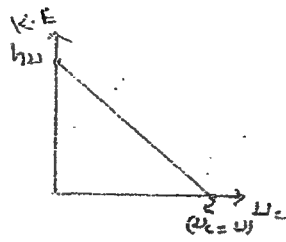
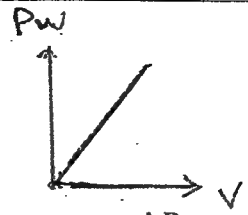
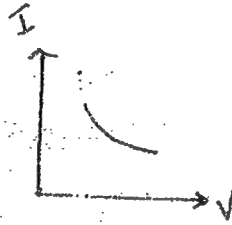
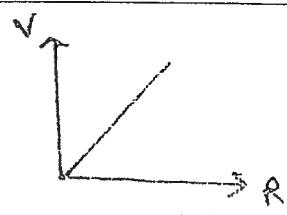
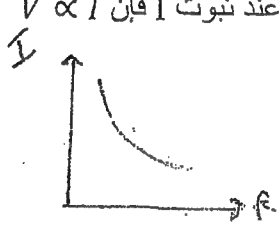
البياني

$y = 3x - 2$ $\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{3}{1} = 3$	$y = 4x + 2$ $\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{4}{1} = 4$	$y = 5x$ $\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{10}{2} = 5$ $= \frac{\text{مقابل}}{\text{مجاور}} = \tan \theta$ <p>حيث: θ هي الزاوية بين الخط البياني و الإتحاء الموجب لمحور السينات.</p>
$y = 5 \cdot \frac{1}{x}$ $\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta \frac{1}{x}} = 5$ $y \propto \frac{1}{x}$	$y = \frac{5}{x}$ <p>لا يوجد ميل لأن y تتناسب عكسيا مع x ($y \propto \frac{1}{x}$)</p>	$y = -2x + 6$ $\text{slope} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-2}{1} = -2$

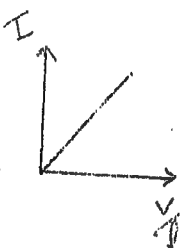
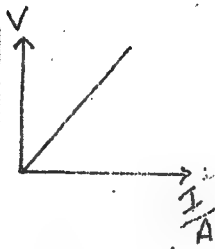
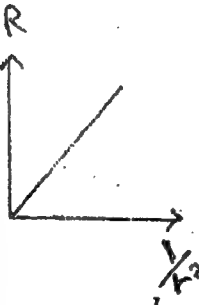
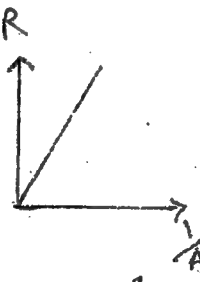
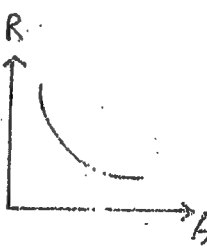
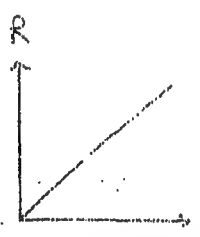
$$\therefore y = \pm Ax \pm B$$

الجزء المقطوع من ص ← الميل (معامل س)

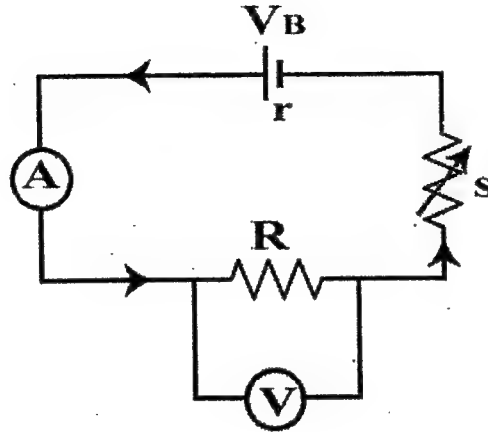
$V = V_B - Ir$ (مهمة) $\text{slope} = -r$	$K.E = hv - hv_c$ $\text{slope} = \frac{\Delta K.E}{\Delta v} = h$	$P_W = VI$ $\text{slope} = \frac{\Delta P_W}{\Delta I} = V$	$V = IR$ $\text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta I} = R$ <p>عند ثبوت R فإن $V \propto I$</p>
---	--	---	--

	 $\text{slope} = \frac{\Delta K.E}{\Delta v_c} = -h$	 $\text{slope} = \frac{\Delta P_W}{\Delta V} = I$  $I = \frac{P_W}{V}$	 $\text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta R} = I$ <p>عند ثبوت I فإن $V \propto I$</p>  $I = \frac{V}{R}$ <p>عند ثبوت V فإن $I \propto \frac{1}{R}$</p>
--	---	--	--

$$R = \rho_e \frac{l}{A}$$

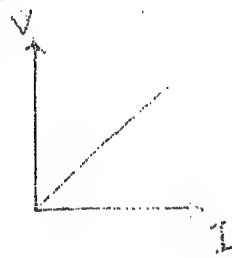
 $I = \frac{VA}{\rho_e l}$ $\text{slope} = \frac{\Delta I}{\Delta V} = \frac{A}{\rho_e l}$	 $V = I \rho_e \frac{l}{A}$ $\text{slope} = \frac{\Delta V}{\Delta \frac{1}{A}} = \rho_e l$	 $R = \rho_e \frac{l}{\pi r^2}$ $\text{slope} = \frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{r^2}} = \rho_e \frac{l}{\pi}$	 $R \propto \frac{1}{A}$ <p>R تتناسب طرديا مع $\frac{1}{A}$</p> $\text{slope} = \frac{\Delta R}{\Delta \frac{1}{A}} = \rho_e l$	 $R \propto \frac{1}{A}$ <p>R تتناسب عكسيا مع A</p>	 $\text{slope} = \frac{\Delta R}{\Delta l} = \frac{\rho_e}{A}$
---	--	--	--	--	---

تجربة تحقيق قانون أوم عمليا



- 1- نعدل قيمة الريوستات حتي يمر في الدائرة تيار مناسب.
- 2- نعين قيمة شدة التيار بالأميتر و فرق الجهد بالفولتميتر.
- 3- نغير قيمة الريوستات و نعين شدة التيار الجديد و فرق الجهد الجديد.
- 4- نكرر ذلك عدة مرات.
- 5- نضع النتائج في جدول كالتالي :

$V \text{ (Volt)}$				
$I \text{ (A)}$				



- 6- نقوم بعمل رسم بياني بحيث يكون V علي المحور الراسي ، I علي المحور الأفقي فتكون

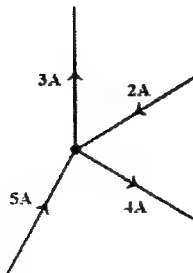
$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$$

- نلاحظ أن : بزيادة شدة التيار يزداد فرق الجهد .
- نستنتج أن : " شدة التيار المار في موصل تتناسب طرديا مع فرق الجهد و هذا هو نص قانون أوم "

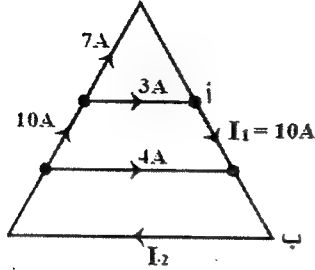
$$V = IR$$

قانون كيرشوف الأول

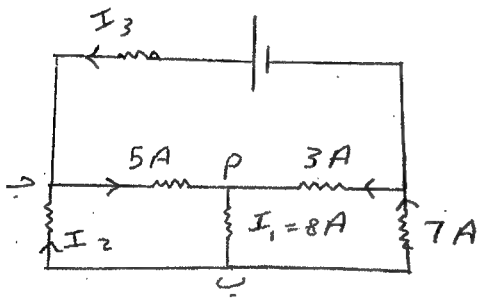
" مجموع التيارات الداخلة = مجموع التيارات الخارجة "



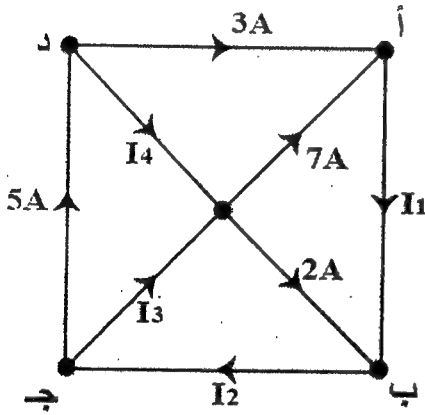
- 1- مجموع التيارات الداخلة = $7 \text{ A} = 2 + 5$
- مجموع التيارات الخارجة = $7 \text{ A} = 3 + 4$



- 2- عند النقطة أ ← مجموع التيارات الداخلة $10 \text{ A} = 3 + 7$
 ، مجموع التيارات الخارجة $10 \text{ A} = I_1$
 عند النقطة ب ← مجموع التيارات الداخلة $14 \text{ A} = 4 + 10$
 $14 \text{ A} = I_2$ ∴



- 3- عند النقطة أ ← مجموع التيارات الداخلة $8 \text{ A} = 5 + 3$
 $8 \text{ A} = I_2$ ∴
 عند النقطة ب ← مجموع التيارات الداخلة $8 \text{ A} =$
 ، مجموع التيارات الخارجة $I_2 + 7 =$
 $1 \text{ A} = I_2$ ∴
 عند النقطة ج ← مجموع التيارات الداخلة $1 + I_3 =$
 ، مجموع التيارات الخارجة $5 \text{ A} =$



- 4- عند النقطة أ ← مجموع التيارات الداخلة $10 \text{ A} = 7 + 3$
 ∴ مجموع التيارات الخارجة I_1
 $10 \text{ A} = I_1$
 عند النقطة ب ← مجموع التيارات الداخلة $12 \text{ A} = 2 + 10$
 ∴ مجموع التيارات الخارجة $12 \text{ A} = I_2$
 عند النقطة ج ← مجموع التيارات الداخلة $12 \text{ A} =$
 ، مجموع التيارات الخارجة $5 + I_3 =$
 $7 \text{ A} = I_3$
 عند النقطة د ← مجموع التيارات الداخلة $5 \text{ A} =$
 ، مجموع التيارات الخارجة $3 + I_4 =$
 $2 \text{ A} = I_4$

المحاضرة الثامنة: تابع الكهربائية التيارية

محتويات المحاضرة

قانون كيرشوف الثاني

تذكر ← قانون كيرشوف الأول:

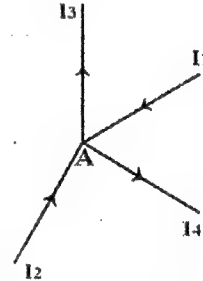
القانون الأول لكيرشوف يسمى قانون النقطة أو قانون بقاء الشحنة .

أي أن (الشحنة الداخلة خلال زمن معين = الشحنة الخارجة خلال نفس الزمن)

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$$

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 = 0$$

$$\sum I_{in} = \sum I_{out}$$



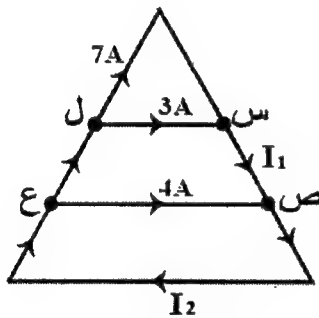
تذكر : مثال (النملة ☺) وانت بتحل :

عند النقطة س نجد ثلاث طرق ، يدخل إلي س 3 A ، 7 A

إذا يخرج منها I_1 و هو يساوي $10 A = 7 + 3$

و عند النقطة ص نجد ثلاث طرق ، يدخل إلي ص $I_1 = 10 A$

4 A ، إذا يخرج منها I_2 و هو يساوي $14 A = 4 + 10$



قانون كيرشوف الثاني

مقدمة :-

قانون كيرشوف الثاني يمكن أن يُسمى قانون بقاء الطاقة أو قانون نيوتن الأول.

- نص قانون نيوتن الأول :

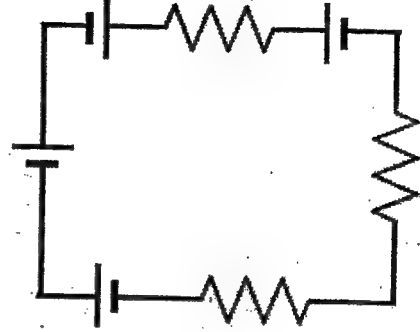
- الجسم الساكن يبقى ساكنا مالم تؤثر عليه قوة تحركه ، و الجسم المتحرك في خط مستقيم يظل متحركا بسرعة منتظمة مالم تؤثر عليه قوة تغير من حالته .

← تذكر مثال (المصباح المعلق الذي يقع تحت تأثير قوة وزنه و قوة المسمار المعلق فيه لأعلي)

، و تذكر أيضا مثال (السيارة)

- نجد أن الجسم الذي يسير بسرعة منتظمة تكون القوة الدافعة له تساوي القوة المعطلة له.

- في الشكل الآتي :-



- نجد أن الشحنات تسير بسرعة منتظمة ، إذا القوة الدافعة لها (V_B) تساوي القوي المعطلة (المقاومات) ، و القوة التي تقوم بها المقاومات لمقاومة التيار المار فيها هي (IR) و هو الجهد المبذول في المقاومة.

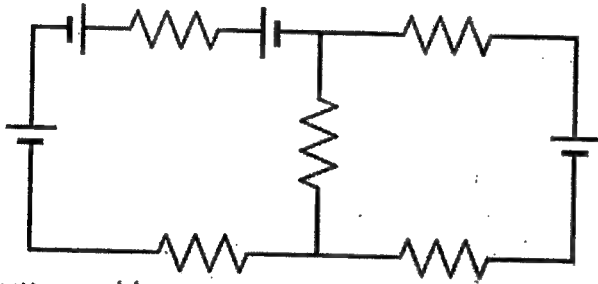
- إذا وجد أكثر من بطارية تكون القوي الدافعة هي مجموع الـ V_B

$$\text{إذا تكون : } \sum V_B = \sum IR$$

- و من حيث (قانون بقاء الطاقة) نجد أن الطاقات التي بذلتها البطارية في تحريك الشحنات تساوي الطاقة التي استهلكت في المقاومات.

$$\sum W_B = \sum W_R \quad \Rightarrow \quad \sum V_B \cdot Q = \sum IR \cdot Q \quad \Rightarrow \quad \sum V_B = \sum IR$$

ولكن في الشكل الآتي :



هنا نجد أن سرعة الشحنات في الضلع أ ب تختلف عن سرعتها في المسار ب ج د أ أي في الثلاث أضلاع ب ج ، ج د ، د أ ولكن السرعة في الضلع أ ب نفسه منتظمة أي أن القوي الدافعة فيه تساوي مجموع القوي المعطلة فيه.

$$\sum V_{B_{أب}} = \sum IR_{أب} \quad \Rightarrow \quad (1)$$

و في المسار ب ج د أ نفسه تكون السرعة منتظمة أيضا أي أن مجموع القوي الدافعة فيه تساوي مجموع القوي المعطلة فيه.

$$\sum V_{B_{بجدأ}} = \sum IR_{بجدأ} \quad \Rightarrow \quad (2)$$

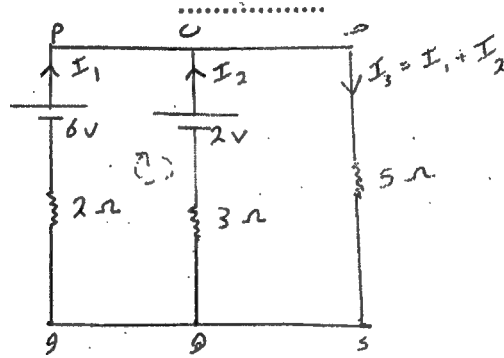
و بجمع المعادلتين نجد أن :

$$\sum V_{B_{للمسار كله}} = \sum IR_{للمسار كله}$$

في أي مسار مغلق يكون مجموع الدوافع يساوي مجموع المعوقات

إزاي تحل كيرشوف

- 1- نضع الأسهم (اتجاهات التيار)
- 2- نفرض قيمة التيار I_1, I_2, I_3 متخذين في الاعتبار قانون كيرشوف الأول ، وننظر إلي البطاريات من موجبها.
- 3- نفرض مسار مغلق (loop) و نكتب معادلته كما يلي .
 - أ- نضع يساوي في المنتصف.
 - ب- نضع البطاريات علي اليسار (البطارية اللي مع loop موجبة و البطارية اللي عكس loop سالبة)
 - ج- نضع IRs علي اليمين (اللي تيارها مع loop تكون IR لها موجبة و Rs اللي تيارها عكس loop تكون IR لها سالبة)
- 4- عدد المسارات = عدد المجاهيل.
- 5- لا تستخدم مسارا هو مجموع مسارين فتكون كعادته هي مجموع معادلتي المسارين فلا تأتي بجديد.



-1

من المسار أ ب هـ و أ (مع عقارب الساعة)

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$6 - 2 = 2I_1 - 3I_2$$

$$\therefore 4 = 2I_1 - 3I_2 \rightarrow (1)$$

و من المسار أ ب ج د هـ و أ (مع عقارب الساعة)

$$\therefore 6 = 2I_1 + 5I_1 + 5I_2$$

$$6 = 7I_1 + 5I_2 \rightarrow (2)$$

$$[\text{بضرب (1) } \times \frac{5}{3}]$$

$$\frac{20}{3} = \frac{10}{3} I_1 - 5I_2 \rightarrow (3)$$

[بجمع (2) ، (3)]

$$\frac{38}{3} = \frac{31}{3} I_1 \rightarrow I_1 = \frac{38}{31} A \#$$

$$I_2 = \frac{2I_1 - 4}{3} \rightarrow I_2 = -\frac{16}{31} A \#$$

(و الـ (-) معناها ان الإتجاه معكوس)

$$\therefore I_3 = I_1 + I_2 = \frac{38}{31} - \frac{16}{31} = \frac{22}{31} A \#$$

للتأكد من الحل بطريقة أخرى:

← وصل فولتميتر بين طرفي ب ، هـ - و إذا وجدت أن :

قراءة V للفرع الأيمن = قراءة V للفرع الأوسط = قراءة V للفرع الأيسر ، إذا حلك صحيح.

$$V = IR$$

الفرع الأيمن :

$$V = \frac{22}{31} \times 5 = \frac{110}{31} V$$

$$V = V_B + IR$$

الفرع الأوسط :

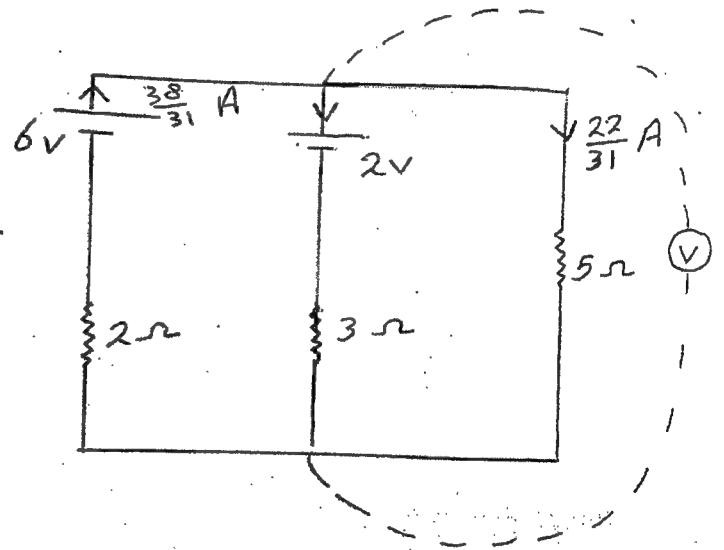
لأن البطارية تُشحن

$$V = 2 + \left(\frac{16}{31} \times 3 \right) = \frac{110}{31} V$$

$$V = V_B - IR$$

الفرع الأيسر :

$$V = 6 - \left(\frac{38}{31} \times 2 \right) = \frac{110}{31} V$$



-2

• من المسار س ص هـ و س :

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$25 = 11 I_1 + 0.5 I_2 \quad \rightarrow (1)$$

• ومن المسار ص ع ل هـ ص :

$$13 = 0.5 I_1 + 0.5 I_2 + 0.1 I_2 + 1.4 I_2$$

$$\therefore 13 = 0.5 I_1 + 2 I_2 \quad \rightarrow (2)$$

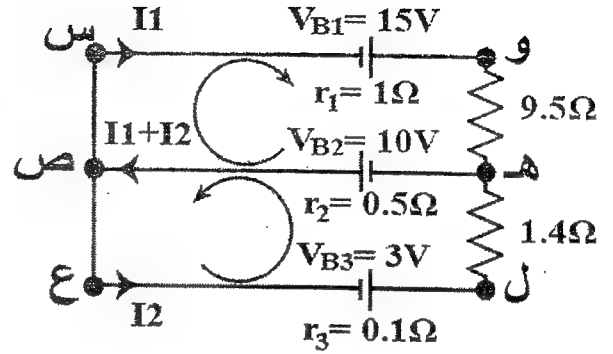
بضرب (1) $\times 4$

$$\therefore -100 = -44 I_1 - 2 I_2 \quad \rightarrow (3)$$

بجمع (2)، (3)

$$\therefore -87 = -43.5 I_1 \quad \rightarrow \quad I_1 = 2 A \quad \#$$

$$\therefore I_2 = 6 A \quad \# , I_3 = I_1 + I_2 \quad \rightarrow \quad I_3 = 8 A \quad \#$$



و للتأكد نضع فولتمتر بين طرفي هـ ص:

$$V = V_B - IR \quad \text{الطرف الأعلى :}$$

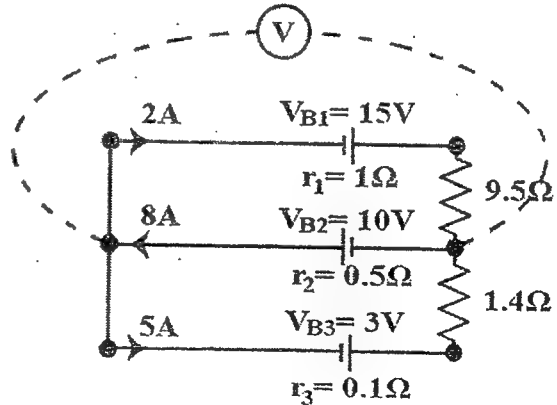
$$V = 15 - (2 \times 10.5) = -6 V \quad \#$$

$$V = V_B + IR \quad \text{الطرف الأوسط :}$$

$$V = 10 + (8 \times 0.5) = 6 V \quad \#$$

$$V = V_B - IR \quad \text{الطرف الأسفل :}$$

$$V = 3 - (6 \times 1.5) = -6 V \quad \#$$



(هذا الاختلاف في الإشارات لا يعني أن هناك خطأ في الحل و لكن هذه مجرد حالة خاصة)

-3

• من المسار س ص ع ل س :

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$-10 = I_1 - 2I_2 \rightarrow (1)$$

• من المسار أ ب ج د س ص أ :

$$5 = I_1 + 5I_1 + 5I_2$$

$$5 = 6I_1 + 5I_2 \rightarrow (2)$$

بضرب (1) $\times -6$

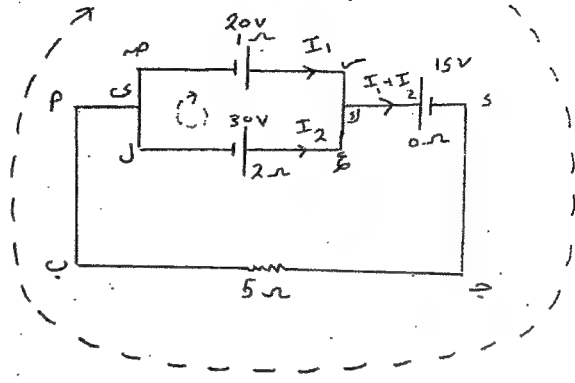
$$60 = -6I_1 + 12I_2 \rightarrow (3)$$

بجمع (2)، (3)

$$56 = 17I_2 \rightarrow I_2 = \frac{65}{17} A \#$$

$$I_1 = 2I_2 - 10 = 2\left(\frac{65}{17}\right) - 10 = -\frac{40}{17} A \#$$

$$I_3 = I_1 + I_2 \rightarrow I_3 = \frac{25}{17} A \#$$



للتأكد نضع فولتميتر بين طرفي ك، ي :

$$V = V_B + IR \quad \text{الطرف الأعلى :}$$

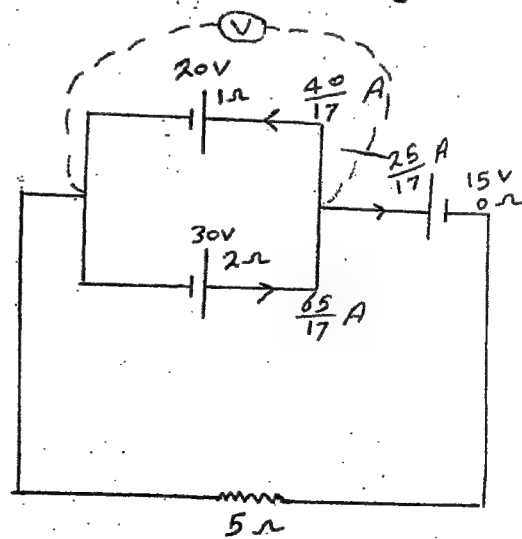
$$V = 20 + \left(\frac{40}{17} \times 1\right) = \frac{380}{17} V \#$$

$$V = V_B + IR \quad \text{الطرف الأوسط :}$$

$$V = 15 + \left(\frac{25}{17} \times 5\right) = \frac{380}{17} V \#$$

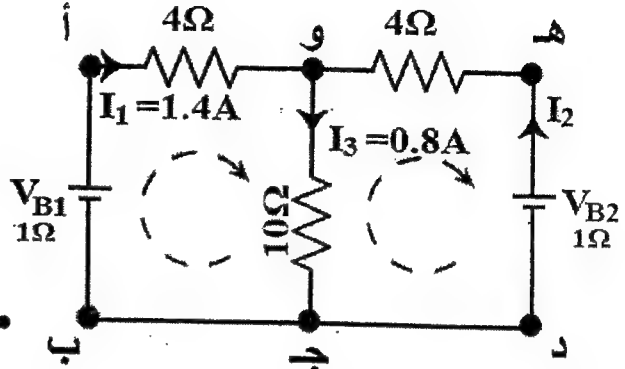
$$V = V_B - IR \quad \text{الطرف الأسفل :}$$

$$V = 30 - \left(\frac{65}{17} \times 2\right) = \frac{380}{17} V \#$$



-4

مطلوب V_{B_2} ، V_{B_1} ؟؟



• من المسار أ ب ج و أ :

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$V_{B_1} = 1.4 + 5.6 + (0.8 \times 10)$$

$$V_{B_1} = 15 V \#$$

• من المسار ز ج د هـ و :

$$-V_{B_2} = -(0.8 \times 10) + (0.6 \times 4) + 0.6$$

$$V_{B_2} = 5 V \#$$

للتأكد وصل فولتمتر بين و، ج :

$$V = V_B + IR$$

الطرف الأيمن :

$$V = 5 + (0.6 \times 5) = 8 V \#$$

$$V = IR$$

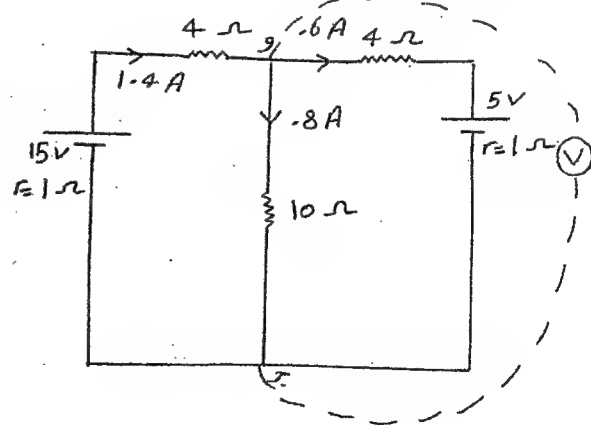
الفرع الأوسط :

$$V = 0.8 \times 10 = 8 V \#$$

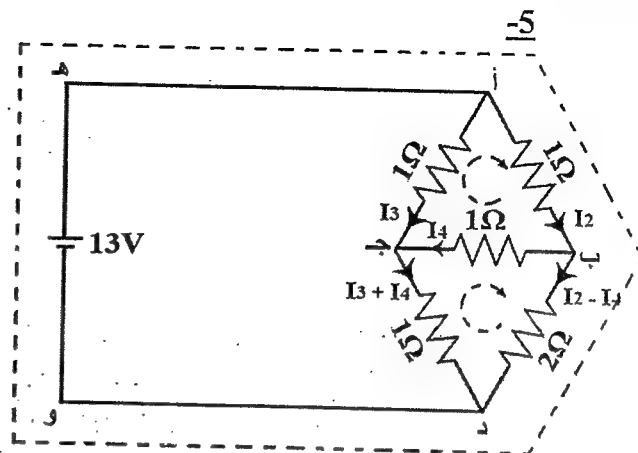
$$V = V_B - IR$$

الفرع الأيسر :

$$V = 15 - (1.4 \times 5) = 8 V \#$$



أوجد R_t ؟؟



$$13 = I_1 R_t \rightarrow (1)$$

• من المسار أ ب د أ :

$$0 = I_2 + I_4 - I_3$$

$$\therefore I_3 = I_2 + I_4 \rightarrow (2)$$

• من المسار ب ج د ب :

$$0 = -I_4 + 2I_2 - 2I_4 - I_3 - I_4$$

$$\therefore I_3 = 2I_2 - 4I_4 \rightarrow (3)$$

• من (2)، (3) :

$$I_2 + I_4 = 2I_2 - 4I_4$$

$$5I_4 = I_2 \rightarrow (4)$$

• من المسار أ ب ج و هـ أ :

$$13 = I_2 + 2I_2 - 2I_4$$

$$13 = 3I_2 - 2I_4 \rightarrow (5)$$

• من (4)، (5) :

$$13 = 15I_4 - 2I_4 = 13I_4$$

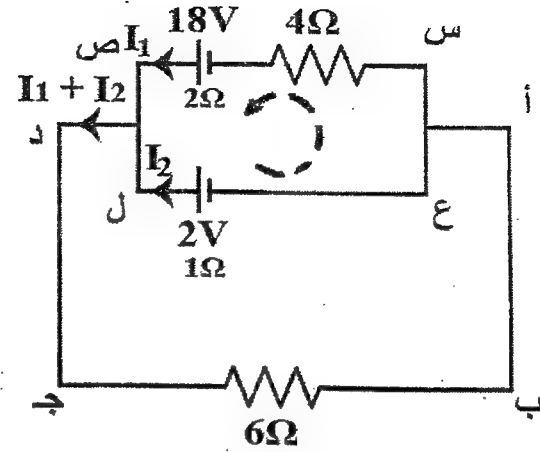
$$\therefore I_4 = 1A \xrightarrow{\text{من (4)}} I_2 = 5A \xrightarrow{\text{من (2)}} I_3 = 6A$$

$$\therefore I_1 = I_2 + I_3 = 11A$$

$$13 = 11R_t \quad \text{من (1)}$$

$$\therefore R_t = \frac{13}{11} = 1.1818 \Omega$$

-6



• من المسار س ص ع ل س :

$$\sum V_B = \sum IR$$

$$16 = 4 I_1 + 2 I_1 - I_2$$

$$16 = 6 I_1 - I_2 \rightarrow (1)$$

• من المسار أ س ص د ج ب أ :

$$18 = 6 I_1 + 6 I_2 + 4 I_1 + 2 I_1$$

$$18 = 12 I_1 + 6 I_2 \rightarrow (2)$$

بضرب (1) $\times -2$

$$-32 = -12 I_1 + 6 I_2 \rightarrow (3)$$

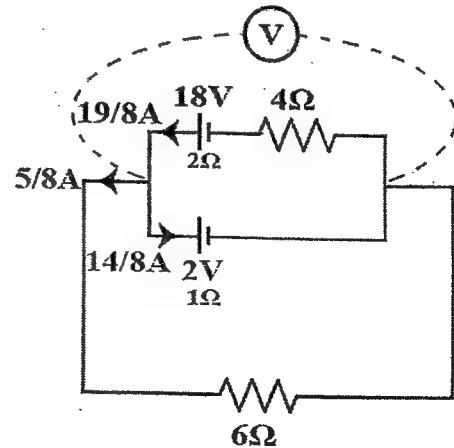
بجمع (2)، (3)

$$-14 = 8 I_2 \rightarrow I_2 = -\frac{14}{8} A \#$$

$$I_1 = \frac{19}{8} A \# \quad \leftarrow (1) \text{ ومن}$$

$$\therefore I_3 = I_1 + I_2 = \frac{5}{8} A \#$$

للتأكد نوصل الفولتميتر كما يلي :



الطرف الأعلى :

$$V = 18 - \left(\frac{19}{8} \times 6 \right) = 3.75 V \#$$

الطرف الأوسط :

$$V = \frac{5}{8} \times 6 = \frac{30}{8} = 3.75 V \#$$

الطرف الأسفل :

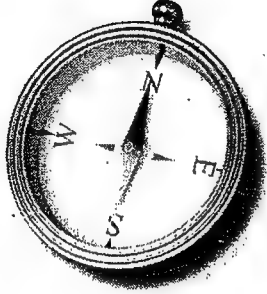
$$V = 2 + \left(\frac{14}{8} \times 1 \right) = 3.75 V \#$$

الفصل الثاني

التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي وأجهزة القياس الكهربائي

• تمهيد :

قام العالم الدنماركي هانز أورستد بوضع بوصلة صغيرة بالقرب من سلك يمر به تيار كهربائي ، فلاحظ :



- 1- انحراف إبرة البوصلة في اتجاه معين.
 - 2- عند عكس اتجاه التيار تنحرف البوصلة في الاتجاه المضاد.
 - 3- عند قطع التيار الكهربائي تستعيد البوصلة اتجاهها الأصلي.
- استنتج أورستد أن :

- انحراف البوصلة أثناء مرور التيار الكهربائي في السلك يوضح أنها تتأثر بمجال مغناطيسي حول السلك نتيجة مرور تيار كهربائي به.
وهذا ما يُطلق عليه التأثير المغناطيسي للتيار الكهربائي.

• ولدراسة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار لا بد من التعرف على بعض المفاهيم والقوانين الأساسية :

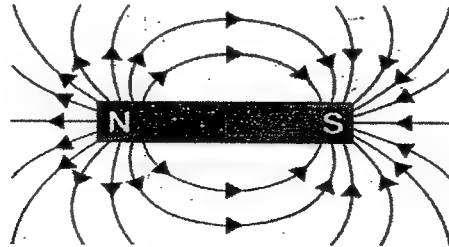
- 1- يتكون كل مغناطيس مهما كان حجمه من قطبين أحدهما شمالي N والآخر جنوبي S
- 2- عند تعليق مغناطيس تعليقاً حرّاً :

يتجه أحد القطبين ناحية الشمال الجغرافي ويسمى قطباً شمالياً N

يتجه أحد القطبين ناحية الجنوب الجغرافي ويسمى قطباً جنوبياً S

- 3- لا يوجد في الطبيعة قطب مغناطيسي منفرد ، فأي مغناطيس مهما صغر حجمه لا بد أن يكون له قطبان فيما يُسمى ثنائي القطب المغناطيسي ، وهذا بخلاف الكهرباء الاستاتيكية حيث توجد شحنة موجبة أو شحنة سالبة مفردة كما يمكن أن تتواجد شحنتان على طرفي جسم واحد فيما يعرف بـ ثنائي القطب الكهربائي.

- 4- لكل مغناطيس منطقة محيطة به تسمى المجال المغناطيسي تظهر فيها آثار قوته المغناطيسية وهي ممتدة إلى ما لا نهاية من الناحية النظرية أما عملياً فهي تنعدم عند أبعاد معينة من المغناطيس ويستدل على حدود المجال المغناطيسي باستخدام البوصلة.



المجال المغناطيسي :

المنطقة المحيطة بالمغناطيس من جميع الجهات وتظهر فيها آثار قوة المغناطيس.

5- يحتوي المجال المغناطيسي على عدد من الخطوط الوهمية تسمى خطوط الفيض أو خطوط القوى المغناطيسية وهذه الخطوط :

- تتجه من القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي لمغناطيس خارج المغناطيس.
- يمكن تخطيطها عملياً باستخدام برادة حديد يتم نثرها على لوح من الزجاج موضوع فوق مغناطيس.

الفيض المغناطيسي Φ_m :

العدد الكلي لخطوط الفيض المغناطيسي المحيطة بالمغناطيس.

ويُقاس بالوېبر Weber = 10^8 line

6- يمكن الاستفادة من خطوط الفيض المغناطيسي في دراسة توزيع القوة المغناطيسية عند كل نقطة في المجال فكلما زاد ازدحام خطوط الفيض عند نقطة معينة في المجال زادت كثافة الفيض المغناطيسي (شدة المجال المغناطيسي) عند هذه النقطة ، والعكس صحيح.

- أي أن كثافة الفيض عند نقطة تدل على قوة المغناطيسي عند تلك النقطة.

كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة B :

عدد خطوط الفيض المغناطيسي المارة عمودياً بوحدة المساحات المحيطة بتلك النقطة.

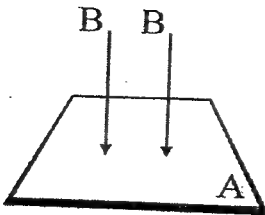
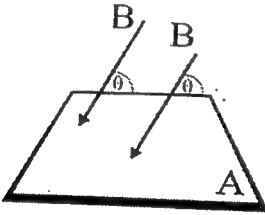
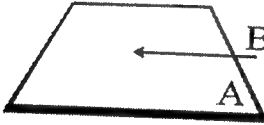
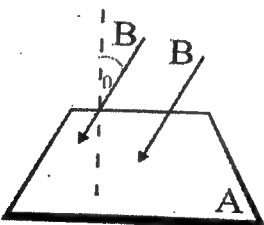
$$B = \frac{\Phi_m}{A} \quad , \quad \text{و وحدتها } T = \text{Web/m}^2$$

7- الفيض المغناطيسي Φ_m = المركبة العمودية لكثافة الفيض المغناطيسي \times المساحة

$$\Phi_m = B \sin(\theta)$$

⊗ هي الزاوية بين خطوط الفيض والمساحة.

ميزنا الله بأن لنا عقلاً يتدبر .. ويهيم بأرجاء الدنا كي يسعد فيها ويعمر

	<p>يكون الفيض نهائية عظمى عندما تكون خطوط الفيض عمودية على المساحة.</p> $\Phi_m = B \cdot A$
	<p>عندما تميل خطوط الفيض على المساحة بزاوية θ نأخذ المركبة العمودية لها.</p> $\Phi_m = B \sin(\theta) \cdot A$
	<p>عندما تكون خطوط الفيض موازية للمساحة يكون الفيض = صفر</p> $\Phi_m = \text{zero}$
	<p>عندما تميل خطوط الفيض على العمودي على المساحة بزاوية θ</p> $\Phi_m = B \cdot A \cos(\theta)$

❖ مثال 1 : ملف مساحته 2 m^2 وضع في مجال مغناطيسي كثافة الفيض 0.05 Wb/m^2 بحيث يكون الفيض المار به نهاية عظمى ،

احسب الفيض المغناطيسي عندما يدور الملف بزاوية :

أ) 30°

ب) 90°

الحل :

$$\Phi_m = B A \sin(90 - 0) = 0.05 \times 2 \times \sin(60) = 0.087 \text{ Wb} \quad \text{أ)}$$

$$\Phi_m = 0.1 \times \sin(90 - 90) = 0 \quad \text{ب)}$$

أولاً : المجال المغناطيسي لتيار كهربائي يمر في سلك مستقيم :

• كيفية التعرف على شكل خطوط الفيض :



الخطوات	الملاحظة	الاستنتاج
1- انثر برادة الحديد على لوحة أفقية من الورق المقوى اخترقها السلك المستقيم وهو في وضع رأسي ، واطرق لوح الورق طرقات خفيفة.	1- تترتب برادة الحديد على هيئة دوائر منتظمة متحدة المركز مركزها السلك المستقيم بحيث تتزاحم هذه الدوائر بالقرب من السلك وتقل بالابتعاد عنه.	1- تمثل الدوائر خطوط الفيض المغناطيسي.
2- قم بزيادة شدة التيار الكهربائي المار في السلك واطرق على اللوح مرة أخرى.	2- يزداد تزاحم الدوائر حول السلك.	2- تتزاحم خطوط الفيض بالقرب من السلك مما يدل على أن شدة المجال المغناطيسي تزداد بالاقتراب من السلك وتقل بالابتعاد عنه.
		3- عند زيادة شدة التيار الكهربائي المار في السلك تزداد شدة المجال المغناطيسي وتقل بنقص التيار الكهربائي.

- حساب كثافة الفيض المغناطيسي حول سلك مستقيم :
تتعين كثافة الفيض المغناطيسي عند أي نقطة تبعد مسافة d عن مركز سلك يمر به تيار كهربائي شدته I من العلاقة :

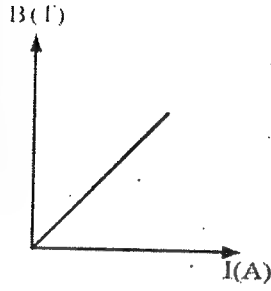
$$B = \frac{\mu I}{2\pi d}$$

وتسمى بقانون أمبير الدائري.

- العوامل التي يتوقف عليها :

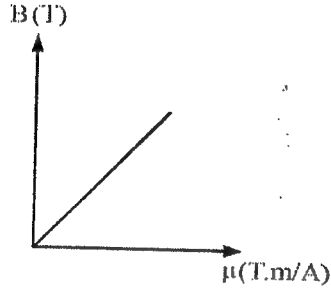
1- شدة التيار $B \propto I$

$$\text{slope} = \frac{\mu}{2\pi d}$$



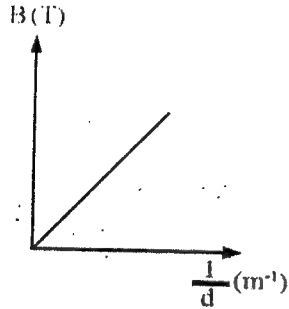
2- النفاذية المغناطيسية $B \propto \mu$

$$\text{slope} = \frac{I}{2\pi d}$$



3- بعد النقطة عن السلك $B \propto \frac{1}{d}$

$$\text{slope} = \frac{\mu I}{2\pi}$$



- حيث μ هي النفاذية المغناطيسية لوسط أو السماحية المغناطيسية له وتقاس بوحدة

$T.m/A$ أو $Web/A.m$

وتختلف السماحية المغناطيسية من وسط لآخر.

- النفاذية المغناطيسية للهواء $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Web/A.m$

النفاذية المغناطيسية لوسط :

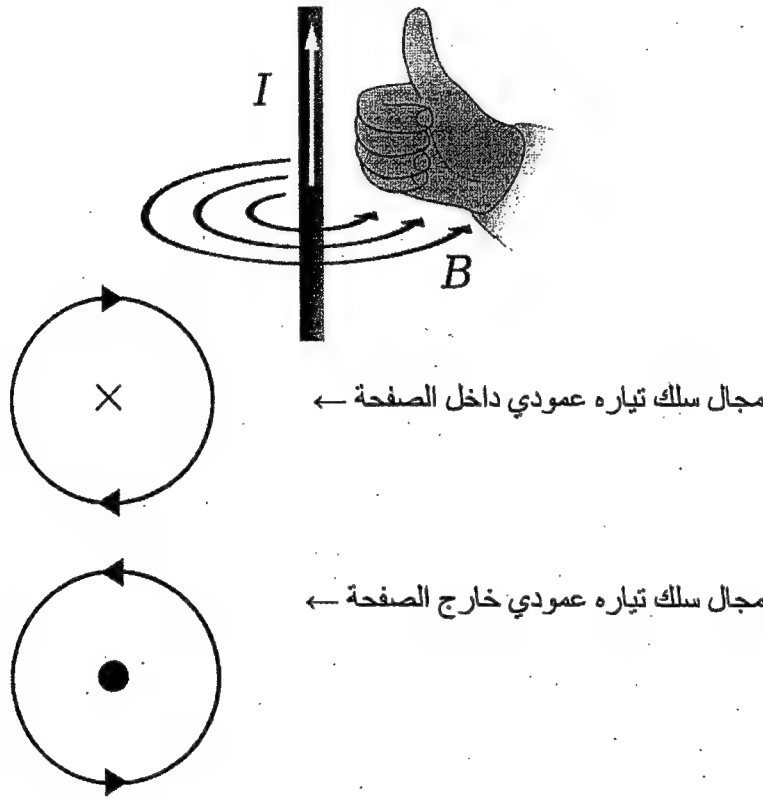
قابلية الوسط لنفاذ الفيض المغناطيسي خلاله.

- عل : يُنصح ببناء المساكن بعيدًا عن أبراج الضغط الكهربائي العالي.
لتقليل تأثير المجال المغناطيسي الضار على الصحة لأن كثافة الفيض المغناطيسي B تتناسب

$$B \propto \frac{1}{d} \quad \text{عكسًا مع المسافة } d$$

• قاعدة اليد اليمنى لأمبير :

الاستخدام :	تحديد اتجاه خطوط الفيض المغناطيسي الناشئ عن مرور تيار كهربائي في سلك مستقيم.
الطريقة :	عندما تقبض اليد اليمنى على السلك بحيث يشير الإبهام لاتجاه التيار فإن اتجاه التفاف باقي الأصابع يشير إلى اتجاه الفيض المغناطيسي.



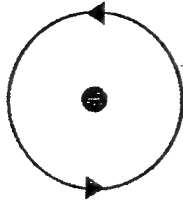
← مجال سلك تياره عمودي داخل الصفحة

← مجال سلك تياره عمودي خارج الصفحة

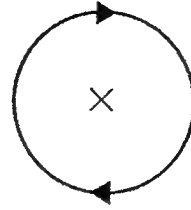
• ملحوظة: X يعني أن الفيض أو التيار عمودي داخل الصفحة.

• . يعني أن الفيض أو التيار عمودي خارج الصفحة.

Dream as if you'll live forever. Live as if you'll die today



سلك تياره عمودي خارج الصفحة



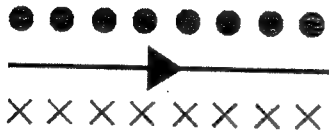
سلك تياره عمودي داخل الصفحة



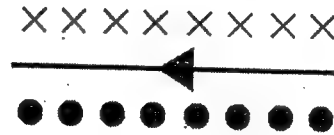
سلك رأسي تياره لأسفل



سلك رأسي تياره لأعلى



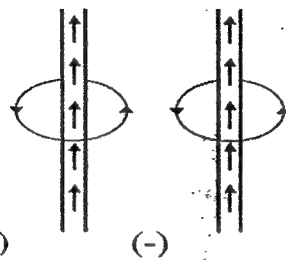
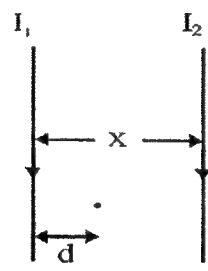
سلك أفقي تياره يمينًا



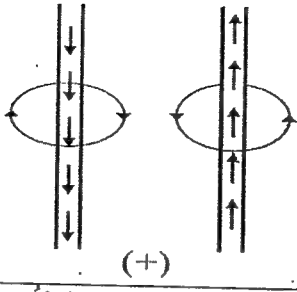
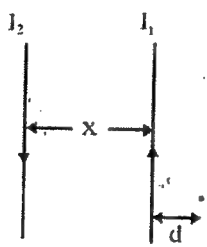
سلك أفقي تياره يسارًا

أخي لن تنال العلم إلا بسة سأنبيك عن تفصيلها بيان
ذكاء وحرص واجتهاد وبلغة وصحة أستاذ وطول زمان

• كثافة الفيض الناشئ عن مرور تيارين في سلكين متوازيين في نفس الاتجاه :

	<p>شكل المجال :</p>
<p>يكون اتجاه المجال لكل منهما بين السلكين معاكساً للآخر لذلك تحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة بينهما من العلاقة :</p> $B_t = B_{\text{كبير}} - B_{\text{صغير}}$	<p>كثافة الفيض بين السلكين :</p>
<p>يكون اتجاه المجال لكل منهما خارج السلكين في نفس الاتجاه لذلك تحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة خارج السلكين من العلاقة :</p> $B_t = B_1 + B_2$	<p>كثافة الفيض خارج السلكين :</p>
<p>محصلة كثافة الفيض خارج السلكين أكبر من محصلة كثافة الفيض بين السلكين فتتولد قوة تجاذب تحرك السلكين من الموضع الأعلى في كثافة الفيض إلى الموضع الأقل.</p>	<p>القوة المؤثرة على السلكين :</p>
<p>تقع نقطة التعادل بين السلكين بحيث تصبح $B_t = B_1 - B_2 = 0$ أي تنعدم عندها كثافة الفيض.</p>	<p>نقطة التعادل :</p>
<p>هي النقطة التي تنعدم عندها كثافة الفيض المغناطيسي نتيجة تقابل فيضين مغناطيسيين متساويين في المقدار ومتضادين في الاتجاه فتكون محصلتهما صفراً.</p> <p>وتكون :</p> <ul style="list-style-type: none"> - في منطقة طرح - أقرب للأضعف تياراً. - تكون النسبة بين بعديها عن السلكين كالنسبة بين تياريهما : $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$	<p>تعريف نقطة التعادل :</p>
 $B_1 = B_2$ $\frac{\mu I_1}{2\pi(x-d)} = \frac{\mu I_2}{2\pi d}$ $\frac{I_1}{x-d} = \frac{I_2}{d}$	<p>حساب نقطة التعادل :</p>

• كثافة الفيض الناشئ عن مرور تيارين في سلكين متوازيين في عكس الاتجاه :

	<p>شكل المجال :</p>
<p>يكون اتجاه المجال بين السلكين في نفس الاتجاه فتُحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة بينهما من العلاقة $B_t = B_1 + B_2$</p>	<p>كثافة الفيض بين السلكين :</p>
<p>يكون اتجاه المجال خارج السلكين لكل منهما في عكس الاتجاه لذلك تحسب محصلة كثافة الفيض عند أي نقطة خارجهما من العلاقة $B_t = B_{\text{كبير}} - B_{\text{صغير}}$</p>	<p>كثافة الفيض خارج السلكين :</p>
<p>محصلة كثافة الفيض بين السلكين أكبر من محصلة كثافة الفيض خارجهما فتتولد قوة تنافر مغناطيسية تحرك السلكين من الموضع الأعلى في كثافة الفيض إلى الموضع الأقل في كثافة الفيض.</p>	<p>القوة المؤثرة على السلكين :</p>
<p>تقع نقطة التعادل خارج السلكين بحيث تصبح عندها $B_1 = B_2$ أي أن $B_t = B_1 - B_2 = 0$ أي تنعدم عندها كثافة الفيض.</p>	<p>نقطة التعادل :</p>
<p>هي النقطة التي تنعدم عندها كثافة الفيض المغناطيسي نتيجة تقابل فيضين مغناطيسيين متساويين في المقدار ومتضادين في الاتجاه فتكون محصلتهما صفراً. وتكون : - في منطقة طرح. - أقرب للأضعف تياراً. - تكون النسبة بين بعديها عن السلكين كالنسبة بين تياريهما : $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_1}{d_2}$</p>	<p>تعريف نقطة التعادل :</p>
<p>حساب نقطة التعادل :</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> $B_1 = B_2$ $\frac{\mu I_1}{2\pi d} = \frac{\mu I_2}{2\pi(x + d)}$ $\frac{I_1}{d} = \frac{I_2}{x + d}$ </div> </div>	<p>حساب نقطة التعادل :</p>

• ملحوظة : لا توجد نقطة تعادل إذا كان تيارا السلكين في عكس الاتجاه ولهما نفس الشدة.

❖ مثال : سلك مستقيم تياره $7.2A$ عمودي داخل الصفحة فإذا علمت أن المركبة الأفقية لمجال الأرض $2.28 \times 10^{-5} T$

احسب محصلة كثافة الفيض المغناطيسي عند النقاط الآتية :

- 1- على بعد $8cm$ شمال السلك.
- 2- على بعد $8cm$ جنوب السلك.
- 3- على بعد $8cm$ شرق السلك.
- 4- على بعد $8cm$ غرب السلك.

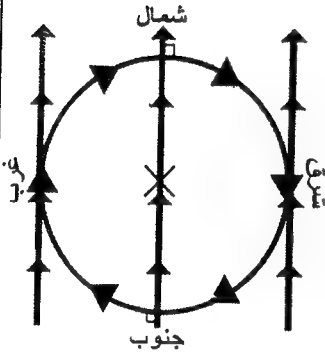
علماً بأن مجال الأرض يمر من جنوب الصفحة إلى شمالها

وأن : $\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Web/A.m}$

- الحل :

1- شمال السلك :

يتعامد مجال السلك مع مجال الأرض فتكون :



$$B_t = \sqrt{B_{\text{سلك}}^2 + B_{\text{ارض}}^2}$$

$$B_{\text{سلك}} = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 7.2}{2\pi \times 8 \times 10^{-2}} = 1.8 \times 10^{-5} T$$

$$B_t (\text{شمال السلك})$$

$$= \sqrt{(1.8 \times 10^{-5})^2 + (2.28 \times 10^{-5})^2}$$

2- جنوب السلك :

يتعامد مجال السلك مع مجال الأرض :

$$B_t (\text{جنوب السلك}) = \sqrt{B_{\text{سلك}}^2 + B_{\text{ارض}}^2} = \sqrt{(1.8 \times 10^{-5})^2 + (2.28 \times 10^{-5})^2}$$

3- شرق السلك :

يكون اتجاه مجال السلك عكس اتجاه مجال الأرض :

$$B_t (\text{شرق السلك}) = B_{\text{ارض}} - B_{\text{سلك}}$$

4- غرب السلك :

يكون اتجاه مجال السلك مع مجال الأرض :

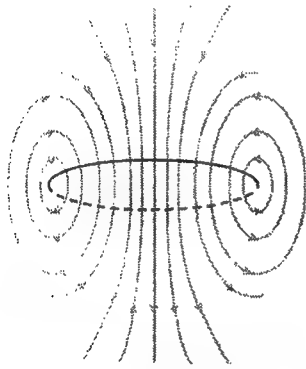
$$B_t (\text{غرب السلك}) = B_{\text{ارض}} + B_{\text{سلك}}$$

Man needs his difficulties because they are necessary to enjoy success

❖ مثال : حدد نقاط التعادل في الأمثلة التالية :

<p>1 ، 2 هي نقاط التعادل وذلك لتوفر فيهما شروط نقطة التعادل :</p> <ul style="list-style-type: none"> - توجد في منطقة طرح. - أقرب للأضعف تيارًا. - تقسم المسافات بنفس نسب التيار <p>1 : 3</p>	<p>1 ، 2 هي نقاط التعادل وذلك لتوفر فيهما شروط نقطة التعادل :</p> <ul style="list-style-type: none"> - توجد في منطقة طرح. - أقرب للأضعف تيارًا. - تقسم المسافات بنفس نسب التيار <p>1 : 2</p>

ثانيًا : المجال المغناطيسي لتيار يمر في ملف دائري :

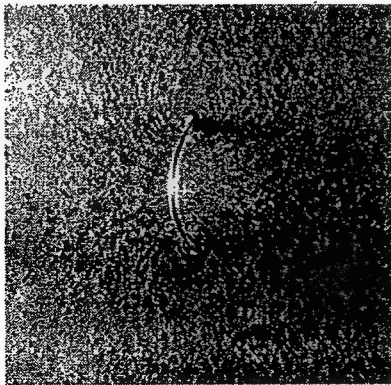


• للتعرف على شكل خطوط الفيض :

- الخطوات :

- 1- نحضر ورقة مقواه بحيث يخترق الملف الدائري الورقة حيث يكون مستوى الملف عموديًا على مستوى الورقة.
- 2- ننثر برادة الحديد على لوح الورق ونطرق عليه طرقات خفيفة فنترتب برادة الحديد كما بالشكل.

- المشاهدة :



- 1- المجال المغناطيسي عند مركز الملف الدائري يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسي لمغناطيس صغير أو قرص مصمت له قطبان مستديران.
- 2- تفقد خطوط الفيض دائريتها وتختلف من نقطة لأخرى.
- 3- خطوط الفيض المغناطيسي عند محور الملف الدائري خطوط مستقيمة متوازية ومتعامدة على مستوى الملف.

- لحساب كثافة الفيض المغناطيسي عند مركز الملف :

$$B = \frac{\mu NI}{2r}$$

حيث : N : عدد اللفات.

r : نصف قطر الملف في حالة اللفة الواحدة.

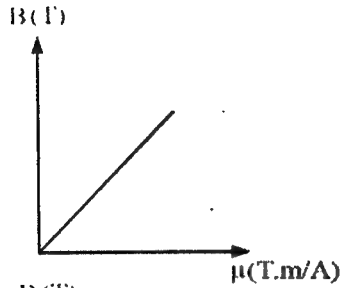
أو متوسط نصف قطر اللفات في حالة عدد من اللفات.

- العوامل التي يتوقف عليها B لملف دائري :

1- النفاذية المغناطيسية :

$$B \propto \mu$$

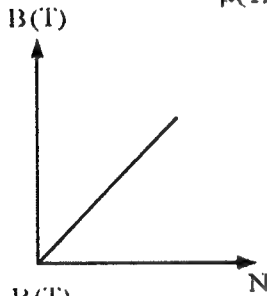
$$\text{slope} = \frac{B}{\mu} = \frac{NI}{2r}$$



2- عدد اللفات :

$$B \propto N$$

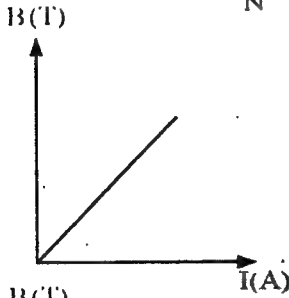
$$\text{slope} = \frac{B}{N} = \frac{\mu I}{2r}$$



3- شدة التيار :

$$B \propto I$$

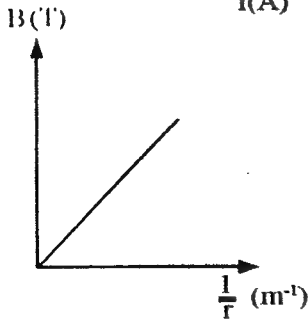
$$\text{slope} = \frac{B}{I} = \frac{\mu N}{2r}$$



4- نصف قطر الملف :

$$B \propto \frac{1}{r}$$

$$\text{slope} = Br = \frac{\mu NI}{2}$$



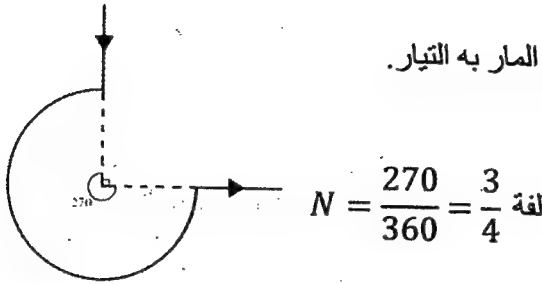
ملاحظة :

$$N = \frac{l}{2\pi r} = \frac{\theta}{360^\circ}$$

حيث l : طول السلك.

⊙ : الزاوية المركزية التي تحصر أمامها القوس المار به التيار.

r : نصف قطر اللفة.



❖ مثال : إذا مر تيار كهربى شدته 0.1 A في ملف دائري قطره 12.56 cm وعدد لفاته 100 لفة ، احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز الملف. ($\mu = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$)
الحل :

$$B = \frac{\mu NI}{2r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 100 \times 0.1}{2 \times \left(\frac{12.56}{2}\right) \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-4} \text{ T}$$

❖ مثال : إذا مر تيار كهربى في سلك طوله 26.4 cm منحنى على شكل قوس من دائرة نصف قطرها 5.6 cm فكانت كثافة الفيض المغناطيسى عند مركز هذه الدائرة $8.25 \times 10^{-6} \text{ T}$ احسب شدة التيار.
الحل :

$$N = \frac{l}{2\pi r} = \frac{26.4 \times 10^{-2}}{2\pi \times 5.6 \times 10^{-2}} = 0.75 \text{ لفة}$$

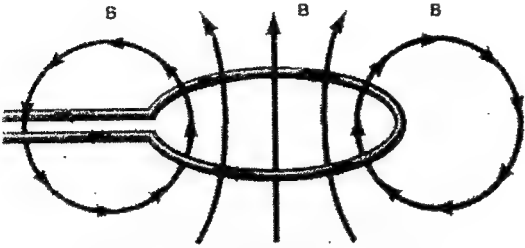

$$B = \frac{\mu NI}{2r} \rightarrow 8.25 \times 10^{-6} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0.75 \times I}{2 \times 5.6 \times 10^{-2}}$$

$$\therefore I = 0.98 \text{ A}$$

We do not remember days, we remember moments

• قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل :

الاستخدام :	تستخدم في تحديد اتجاه المجال عند مركز ملف دائري يمر به تيار كهربى.
الطريقة :	نضع البريمة عند مركز الملف ونجعل اتجاه الدوران مع التيار فيكون اتجاه الاندفاع مع المجال.

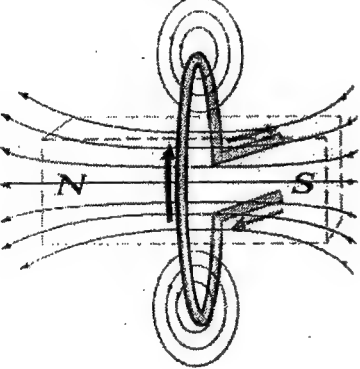
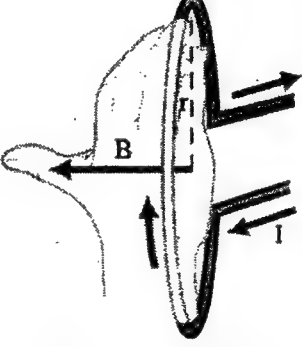



ملف دائرى يمر به تيار فى اتجاه حركة راحة البريمة

قاعدة البريمة اليمنى
اتجاه حركة مسامير البريمة
(انفاز اليد)

• قاعدة عقارب الساعة :

الاستخدام :	تحديد قطبية المجال.
الطريقة :	<ul style="list-style-type: none"> - الوجه الذي يبدو في اتجاه التيار (عند النظر إليه) في اتجاه حركة عقارب الساعة يكون قطبًا جنوبيًا S - الوجه الذي يبدو في اتجاه التيار (عند النظر إليه) في عكس اتجاه حركة عقارب الساعة يكون قطبًا شماليًا N <p>مع ملاحظة أن خطوط الفيض المغناطيسي تخرج من القطب الشمالي وتدخل إلى القطب الجنوبي.</p>

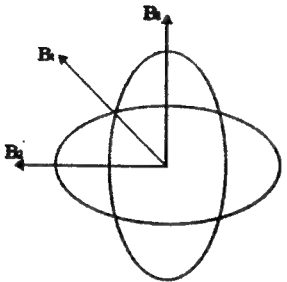
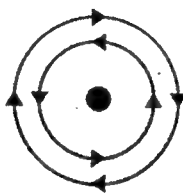
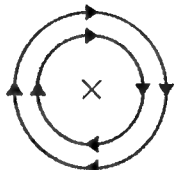
تحديد قطبية المجال

اتجاه المجال عند مركز الملف


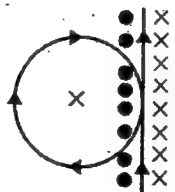
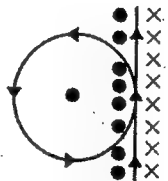
يُحكى أن حُلماً تحقق بالدعاء

• ملاحظات :

1- في حالة أكثر من ملف :

ملفان متعامدان على بعضهما	ملفان تياراهما في عكس الاتجاه	ملفان تياراهما في نفس الاتجاه
		
$B_t = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$	$B_t = B_1 - B_2$ $B_1 > B_2$ بتطبيق قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل نجد أن اتجاه مجال أحد الملفين للداخل واتجاه مجال الآخر للخارج أي أن مجال كل منهما في اتجاهين متضادين.	$B_t = B_1 + B_2$ بتطبيق قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل نجد أن الملفين اتجاه مجال كل منهما للداخل أي أن مجال كل منهما في نفس الاتجاه.

2- في حالة ملف وسلك :

إذا كان مجالاها متعامدين	إذا كان اتجاه مجاليهما في عكس الاتجاه	إذا كان اتجاه مجاليهما في نفس الاتجاه
		
$B_t = \sqrt{B_{\text{سلك}}^2 + B_{\text{ملف}}^2}$	$B_t = B_{\text{كبير}} - B_{\text{صغير}}$	$B_t = B_{\text{سلك}} + B_{\text{ملف}}$

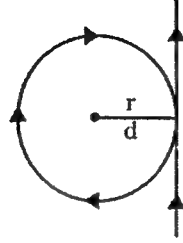
- في حالة ملف دائري يمر سلك مستقيم وعند مركز الملف تكون نقطة التعادل :

$$r = d$$

$$B_{\text{ملف}} = B_{\text{سلك}}$$

$$\frac{\mu N I_{\text{ملف}}}{2r} = \frac{\mu I_{\text{سلك}}}{2\pi d} \quad (N = 1)$$

$$I_{\text{ملف}} = \frac{I_{\text{سلك}}}{2\pi}$$



❖ مثال : ملفان دائريان في مستوى واحد يمر بهما نفس التيار ، نصف قطر الخارجي ضعف نصف قطر الداخلي وعندما أدير أحدهما بزاوية 180° حول محور موازي لطوله نقصت كثافة الفيض عند مركز الملفين إلى نصف ما كانت عليه.
احسب النسبة بين عدد لفاتهما علماً بأن $B_{\text{داخلي}} < B_{\text{خارجي}}$
الحل :

- ملفان دائريان في مستوى واحد أي أن مجال أحدهما منطبق على الآخر.

- عند إدارة أحدهما بزاوية 180° أي انعكس مجاله بالنسبة للآخر.

- نقصت كثافة الفيض للنصف أي أنهم أولاً كانا في اتجاه واحد ثم أصبحا في عكس الاتجاه.

$$B_{\text{داخلي}} + B_{\text{خارجي}} = 2(B_{\text{داخلي}} - B_{\text{خارجي}})$$

$$B_{\text{داخلي}} + B_{\text{خارجي}} = 2B_{\text{داخلي}} - 2B_{\text{خارجي}}$$

$$B_{\text{داخلي}} = 3B_{\text{خارجي}}$$


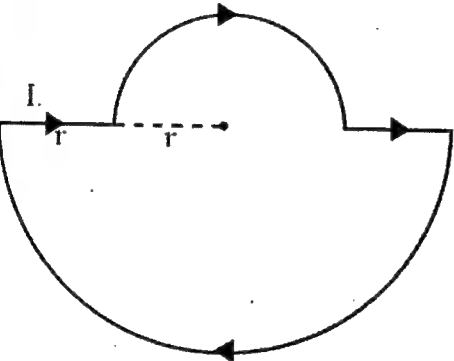
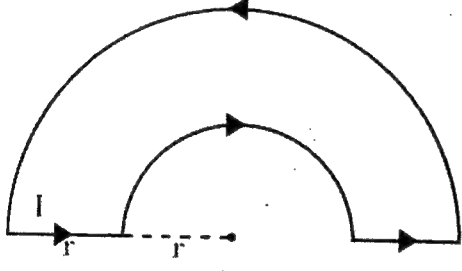
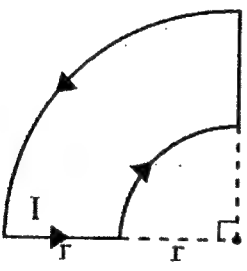
$$\frac{\mu N_{\text{داخلي}} I}{2r} = 3 \frac{\mu N_{\text{خارجي}} I}{2r}$$

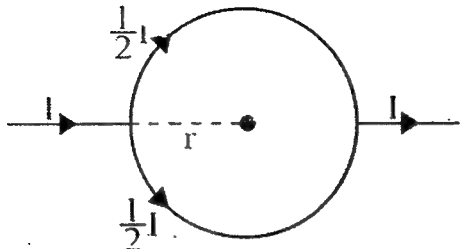
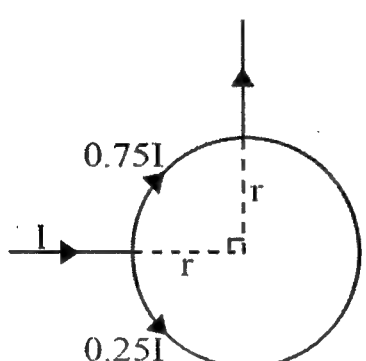
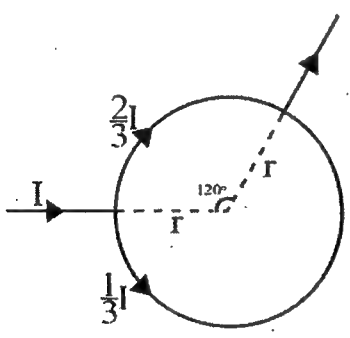
$$N_{\text{داخلي}} = \frac{3}{2} N_{\text{خارجي}}$$

$$\frac{N_{\text{داخلي}}}{N_{\text{خارجي}}} = \frac{3}{2}$$

اهدنا الصراط المستقيم

• بعض الأشكال الهامة وحساب كثافة الفيض عند نقطة :

	$B = \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} = \frac{1}{4} \frac{\mu I}{r}$
	$B_t = B_{\text{سلي}} + B_{\text{علوي}}$ $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} + \frac{\mu \frac{1}{2} I}{4r} = \frac{3}{8} \frac{\mu I}{r}$
	$B_t = B_{\text{داخلي}} - B_{\text{خارجي}}$ $= \frac{\mu \frac{1}{2} I}{2r} - \frac{\mu \frac{1}{2} I}{4r} = \frac{1}{8} \frac{\mu I}{r}$
	$B_t = B_{\text{داخلي}} - B_{\text{خارجي}}$ $= \frac{\mu \frac{1}{4} I}{2r} - \frac{\mu \frac{1}{4} I}{4r} = \frac{1}{16} \frac{\mu I}{r}$

	$B_t = B_{\text{عربي}} - B_{\text{سفلي}}$ $= \frac{\mu \frac{1}{2} \frac{1}{2} I}{2r} - \frac{\mu \frac{1}{2} \frac{1}{2} I}{2r} = \text{zero}$
	$B_t = B(\text{قوس صغير}) - B(\text{قوس كبير})$ $= \frac{\mu \frac{1}{4} \frac{3}{4} I}{2r} - \frac{\mu \frac{3}{4} \frac{1}{4} I}{2r}$ $= \text{zero}$
	$B_t = B(\text{قوس صغير}) - B(\text{قوس كبير})$ $= \frac{\mu \frac{1}{3} \frac{2}{3} I}{2r} - \frac{\mu \frac{2}{3} \frac{1}{3} I}{2r}$ $= \text{zero}$

ستمضي قريباً بأمر القدر .. وتعدو رفاتاً ويبقى الأثر

فلا تنتظر

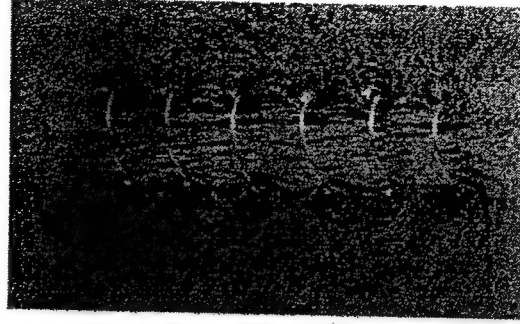
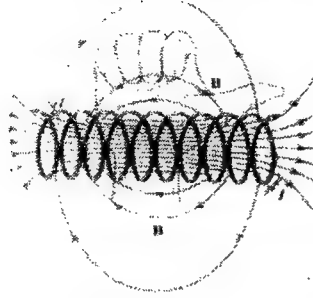
من الآن كن ما تريد لغد

ثالثًا : المجال المغناطيسي لتيار كهربى يمر فى ملف لولبي :

- للتعرف على شكل خطوط الفيض :

• الخطوات :

بمرور تيار كهربى فى ملف لولبي كما بالشكل.



• نلاحظ :

- 1- خطوط الفيض تمثل مسارات متصلة داخل وخارج الملف أى أن كل خط بمثابة مسار مغلق.
- 2- خطوط الفيض عند محور الملف متوازية وموازية لمحور الملف.
- 3- المجال المغناطيسي للملف الحلزوني يشبه إلى حد كبير المجال المغناطيسي لقضيب مغناطيسي.
- 4- المجال عند محور الملف منتظم.
- 5- وجه الملف الذي يمر به التيار مع عقارب الساعة يكون قطبًا جنوبيًا ، والوجه الذي يمر به التيار عكس عقارب الساعة يكون قطبًا شماليًا.

• لحساب كثافة الفيض المغناطيسي :

$$B = \frac{\mu NI}{l}$$

l : طول الملف . N : عدد لفات الملف .

عَنْ رَبِيعَةَ بْنِ كَعْبٍ الْأَسْلَمِيِّ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُ قَالَ : " كُنْتُ أُبَيِّتُ مَعَ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ ، فَأَتَيْتُهُ بِوُضُوئِهِ وَحَاجَّتِهِ ، فَقَالَ لِي : سَلْ ، فَقُلْتُ : أَسْأَلُكَ مُرَافَقَتَكَ فِي الْجَنَّةِ ، قَالَ : أَوْ غَيْرَ ذَلِكَ ، قُلْتُ : هُوَ ذَاكَ ، قَالَ :

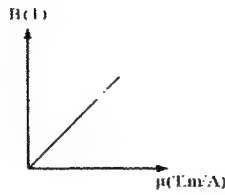
فَأَعِنِّي عَلَى نَفْسِكَ بِكَثْرَةِ السَّجُودِ

رواه مسلم

• العوامل التي يتوقف عليها :

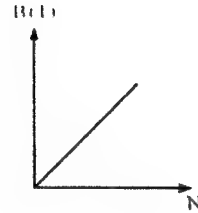
1- النفاذية المغناطيسية $B \propto \mu$

$$\text{slope} = \frac{NI}{l}$$



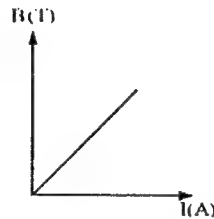
2- عدد لفات الملف $B \propto N$

$$\text{slope} = \frac{\mu I}{N}$$



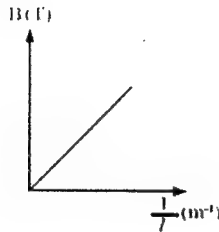
3- شدة التيار $B \propto I$

$$\text{slope} = \frac{\mu N}{l}$$



4- طول الملف $B \propto \frac{1}{l}$

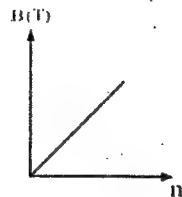
$$\text{slope} = \mu NI$$



$$B = \mu n I$$

n : عدد اللفات في وحدة الأطوال.

$$\text{slope} = \mu I$$



❖ مثال : ملف دائري نصف قطره 30 cm أبعدت لفاته حتى قلت كثافة فيضه إلى النصف. احسب طول محوره.

الحل :

$$\frac{B_{\text{دائري}}}{B_{\text{حلزوني}}} = \frac{\mu_1 N_1 I_1 l}{\mu_2 N_2 I_2 2r} = \frac{l}{2r} \rightarrow \frac{2}{1} = \frac{l}{60} \rightarrow l = 120 \text{ cm}$$

❖ مثال : ملف حلزوني تم قص الـ $\frac{1}{5}$ من كل طرف ثم أعيد توصيله بنفس المصدر ،

ما الذي يحدث لكثافة الفيض عند محوره ؟

الحل :

- يقل عدد اللفات إلى $\frac{3}{5}$ مما كان عليه.
- يقل طول المحور إلى $\frac{3}{5}$ مما كان عليه.
- يزداد التيار إلى $\frac{5}{3}$ مما كان عليه ، وذلك لأن المقاومة تقل إلى $\frac{3}{5}$ مما كانت عليه.

$$\therefore B = \frac{\mu NI}{l} = \frac{1 \times \frac{3}{5} \times \frac{5}{3}}{\frac{3}{5}} = \frac{5}{3}$$

إذن تزداد كثافة الفيض إلى $\frac{5}{3}$ مما كانت عليه.

• ملاحظات :

(1) إذا كانت اللفات متماسة معاً على طول الساق يكون :

$$l = N \times 2r$$

حيث r نصف قطر سلك الملف.

(2) في حالة ملفين لولبيين لهما محور مشترك ويحملان تيارين :

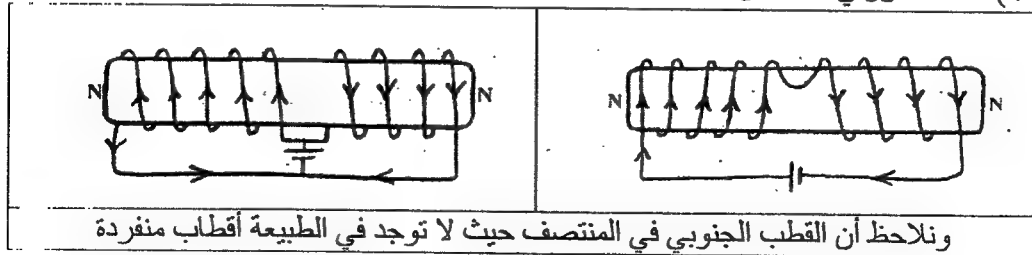
$$B_t = B_1 + B_2 \text{ : في نفس الاتجاه}$$

$$B_t = B_1 - B_2 \text{ : في عكس الاتجاه}$$

(3) عند إبعاد لفات الملف الدائري عن بعضها يصبح ملفاً حلزونياً :

$$\frac{B_{\text{دائري}}}{B_{\text{حلزوني}}} = \frac{\mu_{\text{دائري}} N_{\text{دائري}} I_{\text{دائري}}}{\mu_{\text{حلزوني}} N_{\text{حلزوني}} I_{\text{حلزوني}}} = \frac{l_{\text{حلزوني}}}{2r_{\text{دائري}}}$$

(4) ملف حلزوني له قطبان متشابهان :



(5) متى يمر تيار في ملف حلزوني ولا تتولد كثافة فيض عند محوره ؟

← عندما تكون لفاته ملفوفة لفاً مزدوجاً ، حيث يكون مجال أحدهما مساوياً ومعاكساً للآخر فتكون محصلة المجال صفر.

• المغناطيس الكهربى :

عبارة عن ملف دائري أو حلزوني ملفوف حول قلب من الحديد المطاوع الذي يتحول بدوره إلى مغناطيس عند مرور تيار كهربى في الملف ويفقد مغناطيسيته بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن الملف ، ولزيادة قوة هذا المغناطيس تزداد عدد لفات الملف .
يستخدم في :
الأجراس الكهربائية – الأوناش المستخدمة في رفع الكتل المعدنية – قاطعات التيار التى تتحكم في فتح أو غلق الدوائر الكهربائية عند تيار محدد.

• قاعدة البريمة اليمنى لماكسويل :

الاستخدام :	تحديد اتجاه الفيض المغناطيسى عند محور ملف حلزوني يمر به تيار كهربى.
الطريقة :	عند دوران بريمة في اليد اليمنى في اتجاه الربط بحيث يشير اتجاه دورانها لاتجاه التيار فإن اتجاه اندفاعها يشير لاتجاه الفيض المغناطيسى.

- وتستخدم أيضًا قاعدة عقارب الساعة في تحديد قطبية المجال لملف حلزوني.

❖ مثال : يتكون ملف لولبي من 800 لفة ويمر به تيار شدته 0.7 A ، احسب كثافة الفيض المغناطيسى عند نقطة بداخله وتقع على محوره ، علمًا بأن طوله 20 cm
الحل :

$$B = \frac{\mu NI}{l} = \frac{4 \times 22 \times 10^{-7} \times 800 \times 0.7}{7 \times 0.2} = 3.52 \times 10^{-3} T$$

❖ مثال : احسب شدة التيار الكهربى اللازم لجعل كثافة الفيض المغناطيسى في الملف السابق تساوي 0.815 T في حالة وجود قلب من الحديد بداخله ، علمًا بأن النفاذية المغناطيسية للحديد هي $1.63 \times 10^{-2} \text{ Web/A.m}$
الحل :

$$B = \mu \frac{NI}{l} \rightarrow 0.815 = \frac{1.63 \times 10^{-2} \times 800 \times I}{0.2}$$

$$I = \frac{0.815 \times 0.2}{1.63 \times 10^{-2} \times 800} = 0.0125 A = 12.5 \text{ mA}$$

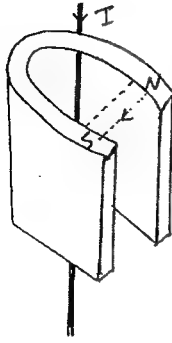
ما أجمل أن تحيا عُمرًا غالٍ وُثمين .. بعطائك تسمو أيامك تزدان سنين

لا تسلى الأيام متى أبدأ بالتغيير .. الآن الآن فخير الوقت الآن يحين

بادر واستبق الخير ستسعد ذاك يقين

#أعمارنا_أعمالنا

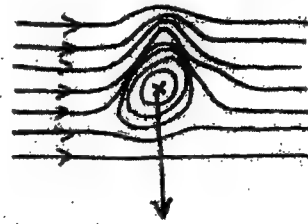
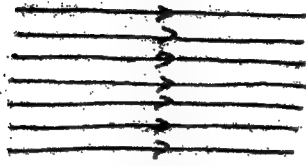
القوة المغناطيسية التي يؤثر بها مجال مغناطيسي منتظم على سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي موضوع في هذا المجال :



- عند وضع سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي عمودي على مجال مغناطيسي منتظم فإن السلك يتأثر بقوة مغناطيسية في اتجاه ما.

- التفسير :

يتراكب مجال السلك على المجال الخارجي للمغناطيسي.



اتجاه القوة للجنوب - اتجاه التيار عمودي داخل الصفحة - اتجاه المجال من الغرب للشرق

- تختلف كثافة الفيض من منطقة لأخرى حول السلك :

- تتولد منطقتان يتعامد فيهما مجال السلك مع المجال الخارجي ويتساوى توزيع المجال فيهما على جانبي السلك فلا يؤثر على حركته.
- منطقة تتراحم فيها خطوط الفيض المغناطيسي.
- منطقة تقل فيها محصلة كثافة الفيض المغناطيسي لتقابل السلك مع المجال الخارجي فينتأثر السلك بقوة تحركه من المنطقة ذات الكثافة الأكبر لخطوط الفيض إلى المنطقة ذات الكثافة الأقل لخطوط الفيض ويكون اتجاه هذه القوة متوقفاً على اتجاهي التيار والمجال.

• ملحوظة :

- يمكن عكس اتجاه القوى وبالتالي اتجاه حركة السلك بإحدى الطريقتين :

- 1- عكس اتجاه التيار الكهربائي في السلك.
- 2- عكس اتجاه المجال المغناطيسي المؤثر على السلك.

I was a foolish little child, Crazy things I used to do

And all the pain I put you through, Mama now I'm here for you

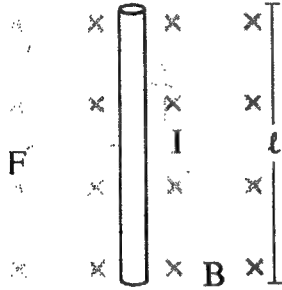
#Number_one_for_me

• قاعدة اليد اليسرى لفلمنج :

الاستخدام :	تستخدم في تحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي وموضوع عمودياً على اتجاه مجال مغناطيسي.
الطريقة :	اجعل الإبهام والسبابة والوسطى في اليد اليسرى متعامدة ، فإذا كانت السبابة تشير لاتجاه الفيض والوسطى يشير لاتجاه التيار فإن الإبهام يشير لاتجاه القوة المغناطيسية وبالتالي لاتجاه حركة السلك.



• استنتاج القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي وموضوع في مجال مغناطيسي :



- تتوقف القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك مستقيم

يمر به تيار كهربائي وموضوع في مجال مغناطيسي

على عدة عوامل هي :

1- طول السلك l :

فالقوة تتناسب طردياً مع طول السلك l أي أن $F \propto l$

2- شدة التيار الكهربائي I :

فالقوة F تتناسب طردياً مع شدة التيار الكهربائي I أي أن $F \propto I$

3- كثافة الفيض المغناطيسي B :

فالقوة F تتناسب طردياً مع كثافة الفيض المغناطيسي B أي أن $F \propto B$

▪ وبذلك يكون $F \propto BIl$

$$\therefore F = \text{const.} BIl$$

$$\therefore F = BIl$$

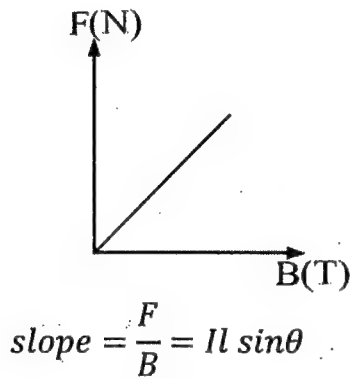
وإذا كان السلك يصنع زاوية θ مع الفيض يكون :

$$F = BIl \sin\theta$$

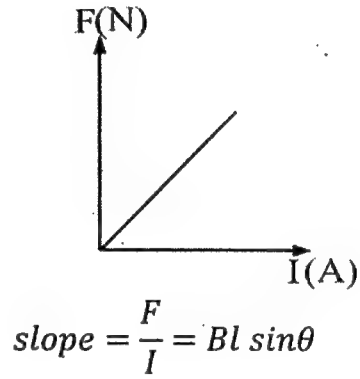
حيث θ هي الزاوية المحصورة بين اتجاه المجال والتيار في السلك.

العوامل التي تتوقف عليها القوة المغناطيسية المؤثرة على سلك يمر به تيار كهربائي وموضوع في مجال مغناطيسي

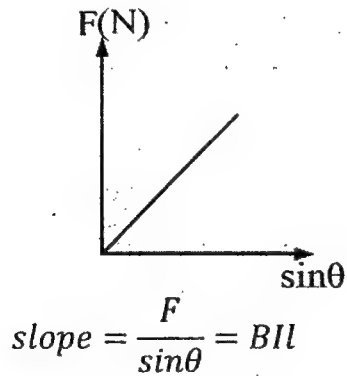
2- كثافة الفيض المغناطيسي $F \propto B$



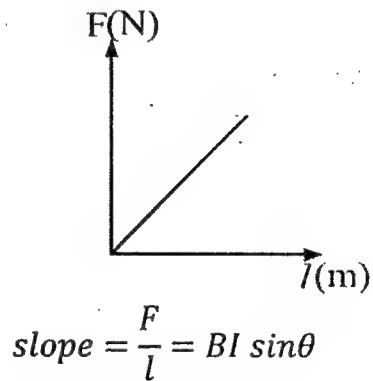
1- شدة التيار $F \propto I$



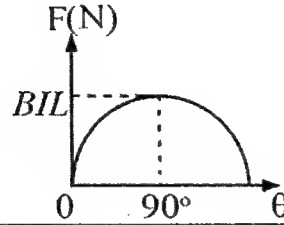
4- جيب الزاوية المحصورة بين السلك والمجال $\sin\theta$



3- طول السلك $F \propto l$



$$F_{max} = BIl$$



$\theta = 90^\circ$	$\theta = \theta^\circ$	$\theta = \text{zero}, 180^\circ$
$F = BIl \sin 90 = BIl$ $= F_{max}$ تصبح القوة المؤثرة على السلك قيمة عظمى	$F = BIl \sin \theta$	$F = BIl \sin 0 = \text{zero}$ تنعدم القوة المؤثرة على السلك

علل :

- عند وضع سلك مستقيم داخل محور ملف حلزوني وإمرار تيار في كل منهما فإن السلك لا يتأثر بقوة مغناطيسية.
- ← لأن السلك عندئذ يكون موازيًا لخطوط المجال وبالتالي فإن $\theta = 0$ أو $\theta = 180^\circ$ لذلك تكون $F_B = BIl \sin \theta$ تساوي صفرًا.

$$B = \frac{F_B}{Il \sin \theta}$$

كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة :

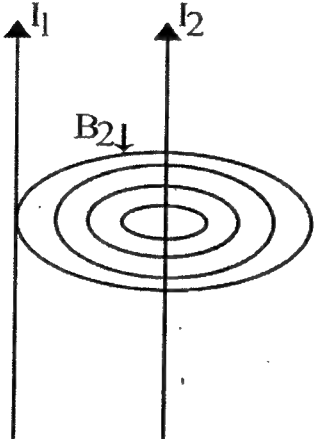
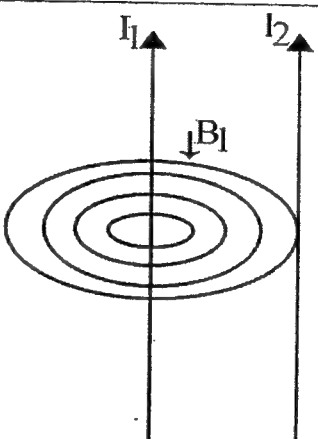
هي مقدار القوة المغناطيسية المؤثرة عموديًا على سلك مستقيم يمر به تيار كهربائي شدته 1A وطوله 1m وموضوع عموديًا عند تلك النقطة.

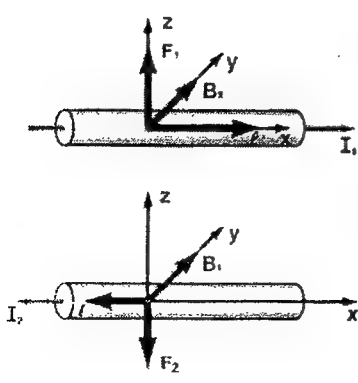
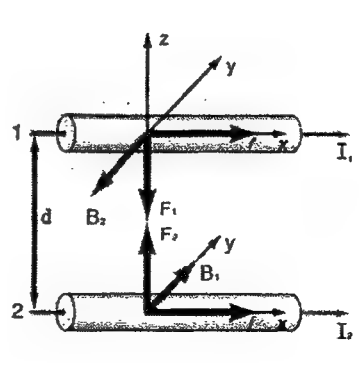
التسلا : $T = N/A.m$

هي كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة والتي إذا وضع عموديًا عندها سلك مستقيم طوله 1m وتياره 1A لتأثر بقوة مغناطيسية عمودية مقدارها 1N

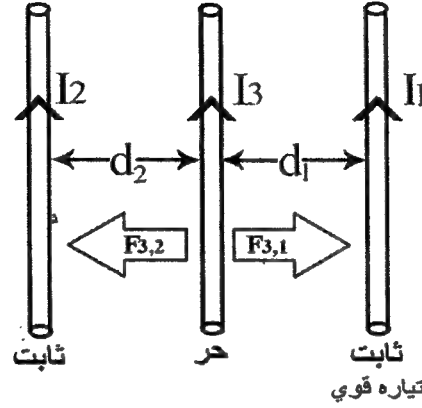
- ما معنى أن : كثافة الفيض المغناطيسي عند نقطة 0.4 N/A.m ؟
 ← معنى ذلك أنه عند وضع سلك مستقيم طوله 1 m وتياره 1 A عمودياً عند تلك النقطة
 لتأثر بقوة مغناطيسية عمودية قدرها 0.4 N

• القوة المتبادلة بين سلكين متوازيين يحملان تيارين :

	
<p>القوة المغناطيسية التي يؤثر بها الثاني على الأول :</p> $F_B = B_2 I_1 l \sin \theta$ $F_B = \frac{\mu I_2}{2\pi d} I_1 l$	<p>القوة المغناطيسية التي يؤثر بها الأول على الثاني :</p> $F_B = B_1 I_2 l \sin \theta$ $F_B = \frac{\mu I_1}{2\pi d} I_2 l$
<p>النسبة بين القوة التي يؤثر بها الأول على الثاني إلى القوة التي يؤثر بها الثاني على الأول هي $1 : 1$</p>	

<p>إذا كان السلكان في عكس الاتجاه تكون القوة المتبادلة قوة تنافر</p>	<p>إذا كان السلكان في نفس الاتجاه تكون القوة المتبادلة قوة تجاذب</p>
	

• في حالة ثلاثة أسلاك متوازية :



هناك طريقتان لإيجاد محصلة القوة المؤثرة على السلك I_3 :

$$a) B_t = B_1 - B_2 = \frac{\mu}{2\pi} \left(\frac{I_1}{d_1} - \frac{I_2}{d_2} \right) \rightarrow \therefore F_t = B_t I_3 l$$

$$b) F_t = F_{3,1} - F_{3,2} = \frac{\mu I_1 I_3 l}{2\pi d_1} - \frac{\mu I_2 I_3 l}{2\pi d_2} \rightarrow \therefore F_t = \frac{\mu I_3 l}{2\pi} \left(\frac{I_1}{d_1} - \frac{I_2}{d_2} \right)$$

أمثلة

<p>$F_t = F_{c,b} + F_{c,a}$ يتحرك "ج" جهة اليسار</p>	<p>$F_t = F_{b,a} + F_{b,c}$ يتحرك "ب" جهة اليمين</p>
<p>$F_t = F_a - F_a = \text{zero}$ لا يتحرك السلك</p>	<p>$F_t = F_{a,b} + F_{b,c}$ يتحرك "ب" جهة اليسار</p>

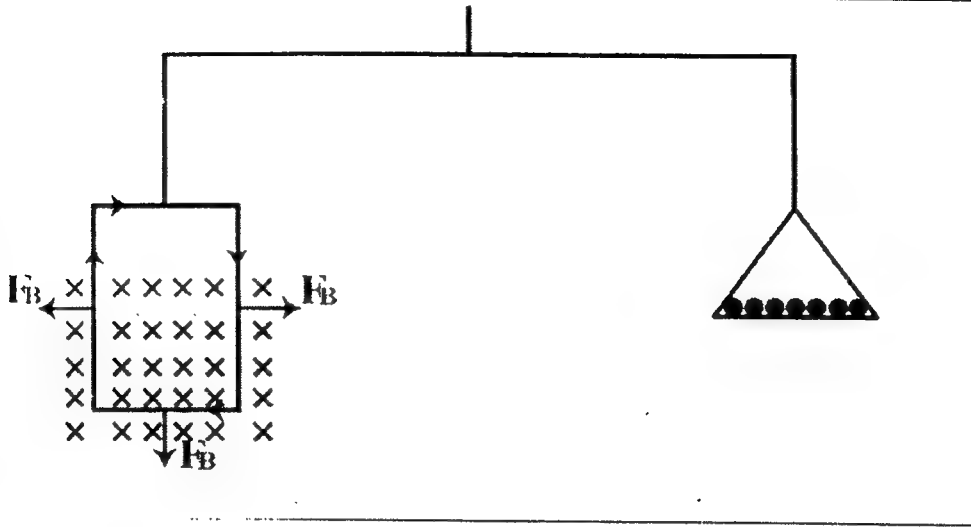
• الاتزان (السلك المعلق) :

<p>لكي يتزن السلك المعلق تؤثر عليه بقوة مغناطيسية لأعلى عن طريق التأثير بمجال مغناطيسي داخل الصفحة.</p>	<p>لكي يتزن السلك المعلق تؤثر عليه بقوة مغناطيسية لأعلى عن طريق التأثير بمجال مغناطيسي خارج الصفحة.</p>
$F_B = F_g$ $Bil = m_{\text{سلك}} g = \rho V_{\text{سلك}} g = \rho A l g = \rho \pi r^2 l g$	

كن عونًا للناس دومًا ☺

<p>يمكن عمل اتزان بقوة تنافر أو تجاذب باستخدام سلك موازي للسلك الحر وفي مستوى رأسي واحد ويكون :</p> $F_B = F_g$ $Bil = \mu \frac{I_1 I_2 l}{2\pi d} = mg = \rho V_{\text{سلك}} g = \rho A l g = \rho \pi r^2 l g$	

• الميزان :



$$\Delta F = \Delta F$$

$$F_{B2} - F_{B1} = F_{g2} - F_{g1}$$

عند قطع التيار أو المجال :

$$0 - F_B = F_{g2} - F_{g1}$$

$$-Bil = -mg$$

الوزن المنقوص :

$$\Delta mg = -mg$$

عكس اتجاه التيار أو المجال :

$$-F_B - F_B = F_{g2} - F_{g1}$$

$$-2F_B = -mg$$

$$-2Bil = -mg$$

الوزن المنقوص :

$$\Delta mg = -mg$$

تضاعف التيار :

$$2F_B - F_B = F_{g2} - F_{g1}$$

$$Bil = mg$$

الوزن المضاف :

$$\Delta mg = mg$$

زيادة التيار إلى خمس أمثاله وانعكس :

$$-5F_B - F_B = F_{g2} - F_{g1}$$

$$-6Bil = -mg$$

الوزن المنقوص :

$$\Delta mg = -mg$$

❖ مثال : سلك طوله 30cm يمر به تيار شدته 4A وُضع عموديًا على اتجاه مجال مغناطيسي فتأثر بقوة مقدارها 6N احسب كثافة الفيض المغناطيسي.
الحل :

$$F = BIl$$

$$6 = B \times 4 \times 0.3$$

$$B = \frac{6}{4 \times 0.3} = \frac{6}{1.2} = 5 T$$

❖ مثال : مستخدمًا بيانات المثال السابق احسب القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على نفس السلك عندما تكون الزاوية بينهما 30°
الحل :

$$F = BIl \sin\theta = 5 \times 4 \times 0.3 \times \frac{1}{2} = 3 N$$

❖ مثال : سلكان متوازيان A , B ، يمر بالسلك A تيار شدته 5A وبالسلك B تيار شدته 8A فإذا وُضعت إبرة مغناطيسية بين السلكين وعلى بعد 10cm من السلك A ولم تتحرف.
فهل التياران في اتجاه واحد أم في اتجاهين متضادين ؟ ولماذا ؟
ثم احسب :

- المسافة بين السلكين.
- القوة المؤثرة على سلك ثالث c طوله 2m ويمر به تيار شدته 2A موضوع مكان الإبرة إذا عكس اتجاه التيار في أحد السلكين.

الحل :

السلكان في اتجاه واحد ، حتى يكون اتجاه الفيض الناشئ عن أحد السلكين مضاد لاتجاه الفيض الناشئ عن السلك الآخر حيث إن الإبرة موضوعة بين السلكين وليس خارجهما.

$$B_A = \frac{\mu I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 5}{2\pi \times 0.1} = 10^{-5} T$$

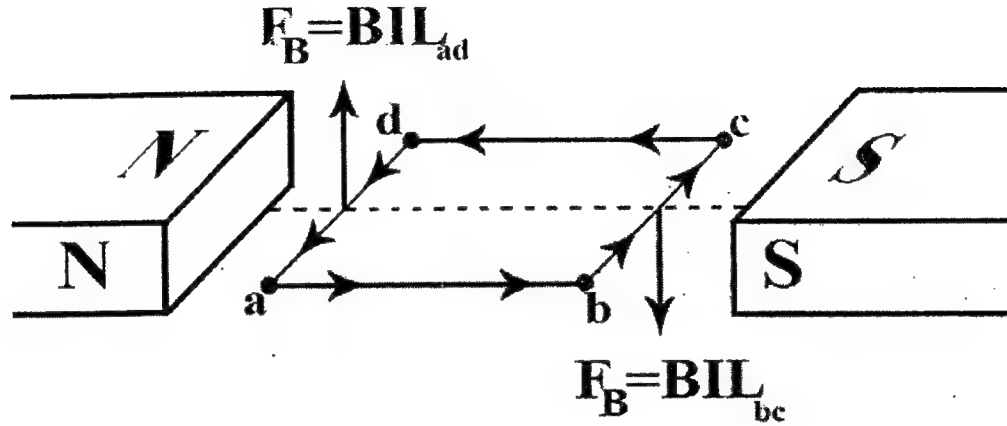
$$B_B = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 8}{2\pi(x - 0.1)} = 10^{-5} T \text{ (عكس اتجاه A)}$$

حيث x هي المسافة بين السلكين $x = 26 \text{ cm}$

$$\therefore F = B_t I_c l_c = (2 \times 10^{-5}) \times 2 \times 2 = 8 \times 10^{-5} N$$

اكتب حاجة بتحبها

عزم الازدواج المؤثر على ملف مستطيل يمر به تيار كهربى وقابل للدوران حول محور موازى لطوله في مجال مغناطيسى منتظم :



- إذا وُضع ملف abcd يمر به تيار كهربى في مجال مغناطيسى منتظم بحيث يكون مستوى الملف موازياً لخطوط الفيض فإن :

- الضلع ab موازٍ للمجال $\theta = 0$ والضلع cd موازٍ للمجال $\theta = 180^\circ$ إذن الضلعان ab , cd لا يتأثران بقوة مغناطيسية.
- الضلع ad تياره عمودى خارج الصفحة فيتأثر بقوة مغناطيسية لأعلى. والضلع bc تياره عمودى داخل الصفحة فيتأثر بقوة مغناطيسية لأسفل. إذن الملف يتعرض لقوتين متساويتين في المقدار ومتضادتين في الاتجاه لا تعملان على خط عمل واحد أي يتأثر الملف بازدواج يمكن حساب عزمه كما يلي :

عزم الازدواج (τ) = إحدى القوتين (F) \times البعد العمودى بينهما (d)

$$\tau = F \cdot d \quad (N.m)$$

$$\tau = BI l_{ad} \cdot l_{ab}$$

$$\tau = BIA$$

ولعدد N من اللفات :

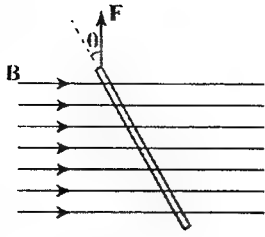
$$\tau = BIAN$$

(عندما يكون مستوى الملف موازياً للمجال)

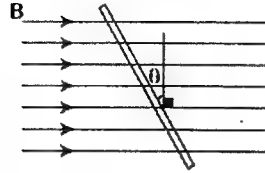
وإذا كان مستوى الملف يصنع زاوية θ مع العمودى على المجال فإن :

$$\tau = BIAN \sin\theta$$

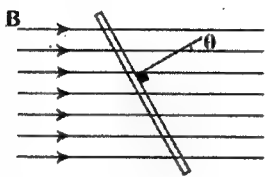
حيث θ :



- الزاوية المحصورة بين مستوى الملف وخط عمل القوة.



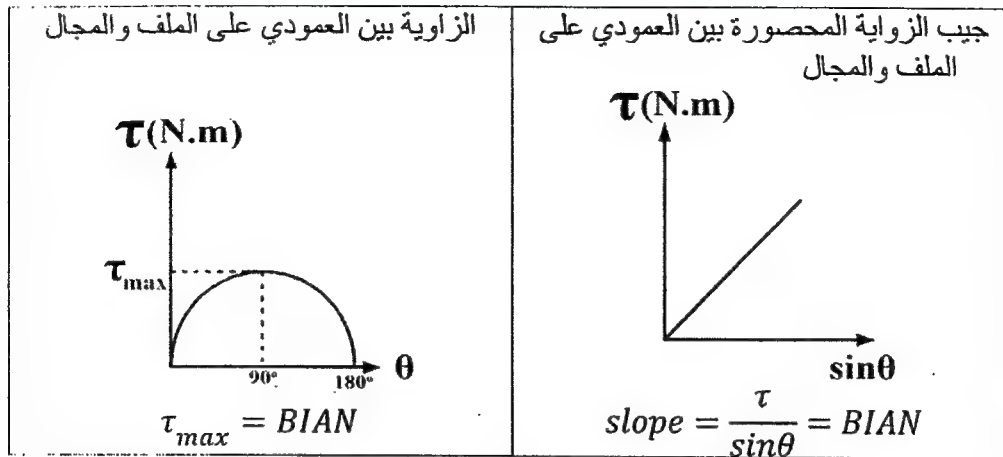
- الزاوية المحصورة بين مستوى الملف والعمودي على المجال.



- الزاوية المحصورة بين العمودي على الملف والمجال.

• العوامل التي يتوقف عليها عزم الازدواج المغناطيسي :

<p>شدة التيار I</p> <p>$\tau(\text{N.m})$</p> <p>$I(\text{A})$</p> <p>$\text{slope} = \frac{\tau}{I} = BAN \sin\theta$</p>	<p>كثافة الفيض المغناطيسي B</p> <p>$\tau(\text{N.m})$</p> <p>$B(\text{T})$</p> <p>$\text{slope} = \frac{\tau}{B} = IAN \sin\theta$</p>
<p>عدد لفات الملف N</p> <p>$\tau(\text{N.m})$</p> <p>N</p> <p>$\text{slope} = \frac{\tau}{N} = BIA \sin\theta$</p>	<p>مساحة وجه الملف A</p> <p>$\tau(\text{N.m})$</p> <p>$A(\text{m}^2)$</p> <p>$\text{slope} = \frac{\tau}{A} = BIN \sin\theta$</p>



• تغير قيم الزاوية بين مستوى الملف والعمودي على المجال أثناء دوران الملف :

	<p>عزم الازدواج أقصى لأن θ بين مستوى الملف والعمودي على المجال 90°</p> <p>$\tau = BIAN \sin \theta, \sin \theta = 1$</p> <p>$\tau_{max} = BIAN$</p>
	<p>يتناقص عزم الازدواج مع الدوران لأن θ تتناقص عن 90° أو تزداد عن 90° فتتناقص $\sin \theta$ فيتناقص τ حيث</p> <p>$\tau = BIAN \sin \theta$</p>
	<p>ينعدم العزم عندما يكون مستوى الملف عمودياً على المجال لأن θ تكون 0° أو 180° فتكون $\sin \theta$ تساوي صفراً فيكون</p> <p>$\tau = 0$</p>

- علل : يستمر الملف في الدوران حتى مع انعدام العزم.

← بسبب القصور الذاتي.

If you can dream it, you can do it

• عزم ثنائي القطب المغناطيسي $\vec{m_d}$:

$$|m_d| = \frac{\tau}{B} = IAN$$

- هو عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى ومستواه مواز لمجال مغناطيسى منتظم كثافة فيضيه 1 T

وهو كمية متجهة واتجاهها عمودي على المساحة في اتجاه تقدم بريمة اليد اليمنى في اتجاه الربط وهو اتجاه التيار.

$$N.m.T^{-1} = A.m^2 \quad \text{وحدة قياسه :}$$

- ما معنى أن : عزم ثنائي القطب $0.7 N.m.T^{-1}$ ؟

معنى ذلك أن عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى ومستواه مواز لمجال

$$0.7 N.m = 1T \text{ مغناطيسى منتظم كثافة فيضيه}$$

بعض الكميات الفيزيائية والوحدات المكافئة

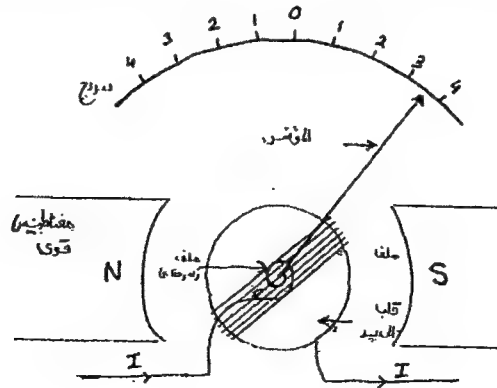
Φ_m	$Weber = Tesla.m^2 = \frac{N.m}{A} = \frac{J}{A} = \frac{V.A.s}{A} = V.s = \Omega.A.s = \Omega.C$
B	$Tesla = \frac{Weber}{m^2} = \frac{N.m}{A.m^2} = \frac{J}{A.m^2} = \frac{V.s}{m^2} = \frac{\Omega.C}{m^2}$
μ	$\frac{Weber}{A.m} = \frac{V.s}{A.m} = \frac{\Omega.s}{m} = \frac{Tesla.m}{A}$

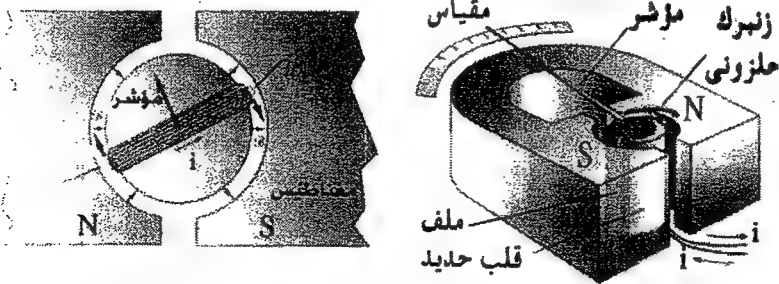


أجهزة القياس الكهربى

غير مباشرة	مباشرة
<p>مثل قنطرة هويستون والقنطرة المتريية ومقياس الجهد.</p> <p>تعتمد على الاتزان الكهربى.</p> <p>بطيئة ، صعبة الاستخدام.</p> <p>دقيقة جداً.</p>	<p>رقمية</p> <p>تعتمد فكرة عملها على الإلكترونيات الرقمية حيث تظهر أرقام على شاشة فتحدد القيمة المطلوبة.</p> <p>تتأثر على وجود مؤشر يقف عند قراءة معينة فيعطي القيمة المطلوبة.</p> <p>تعتمد فكرة عملها على التأثير المغناطيسى للتيار الكهربى ومن أمثلتها الأميتر والفولتميتر والأوميتر وأبسطها الجلفانومتر ذو الملف المتحرك وهى أجهزة سريعة سهلة الاستخدام وبها نسبة خطأ.</p> <div data-bbox="651 898 948 1317" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="1011 645 1321 1234" data-label="Image"> </div>

- أجهزة القياس الكهربى المباشرة التناظرية :
الجلفانومتر ذو الملف المتحرك (الجلفانومتر الحساس) :
هو جهاز من أجهزة القياس الكهربى المباشرة التناظرية يستخدم للاستدلال على وجود تيارات كهربية ضعيفة جداً في دائرة ما وقياس شدتها وتحديد اتجاهها وقياس فروق الجهد الضعيفة.



<p>الاستدلال على وجود تيارات كهربائية ضعيفة جدًا في دائرة ما وقياس شدتها وتحديد اتجاهها.</p>	<p>الاستخدام :</p>
<p>عزم الازدواج المؤثر على ملف قابل للدوران بين قطبي المغناطيس ويمر به تيار كهربائي ويدور بزاوية θ تتناسب طرديًا مع شدة التيار المار I</p>	<p>فكرة العمل :</p>
<p>التكريب :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- ملف من سلك رفيع من النحاس معزول وملفوف حول إطار مستطيل خفيف من الألومنيوم قابل للدوران حول محوره. 2- قلب من الحديد المطاوع على هيئة أسطوانة ثابتة يوضع داخل الإطار المستطيل لتركيز خطوط الفيض المغناطيسي داخل الملف دون أن تلامس الإطار (أي لا تدور معه) كي لا تسبب عيبًا على حركة الملف بسبب وزنها فلا تقل الحساسية. 3- حوامل من العقيق يرتكز عليها الملف لتسهيل حركته وتقليل قوى الاحتكاك لأكبر درجة ممكنة بين محوري الملف والحجر الذي يرتكزان عليه فلا تؤثر قوى الاحتكاك على حساسية الملف. 4- مغناطيس قوي على شكل خذاء فرس توضع الأسطوانة والقلب الحديد بين قطبيه المقعرين لجعل كثافة الفيض في الحيز الذي يتحرك فيه الملف ثابتة حتى تكون خطوط الفيض بين قطبيه على هيئة أنصاف أقطار وبالتالي يصبح مستوى الملف في أي وضع أثناء دورانه موازيًا لخطوط الفيض فتصبح $\sin \theta$ ثابتة لحركة الملف بدورانه حول محوره وتكون زاوية انحراف المؤشر تتناسب فقط مع شدة التيار. 5- تصبح خطوط الفيض في أي وضع للملف موازية لمستوى الملف وعمودية على الضلعين الطويلين له. 6- زوج من الملفات الزنبركية أحدهما علوي والآخر سفلي وتعمل هذه الملفات على : <ol style="list-style-type: none"> (أ) التحرك مع حركة الملف إذ ينشأ عزم ازدواج في الملفين عندما يدور كل منهما بسبب لتيهما في عكس اتجاه عزم الازدواج الناشئ عن مرور التيار في الملف وعندما يتساوى العزمان تتوقف حركة كل من الملف والملفات الزنبركية ويتوقف تبعًا لذلك المؤشر عند قراءة معينة تدل على شدة التيار في تلك اللحظة. (ب) يعملان كوصلات لخروج ودخول التيار من وإلى الملف. (ج) يعملان على عودة المؤشر والملف إلى وضعهما الأصلي بعد انقطاع التيار عن الملف. <p>6- مؤشر طويل خفيف من الألومنيوم يتحرك على تدريج صفره في المنتصف.</p>	

• ملاحظات :

- 1- تجميع وتركيز خطوط الفيض داخل الملف يكون بواسطة وضع قلب من الحديد داخله وكذلك تثبيت الزاوية التي يتحرك بها الملف والتي يصنعها مع خطوط الفيض وتقليل قوى الاحتكاك وتسهيل حركة الملف.
- كل ذلك لكي تزداد حساسية الجلفانومتر بمعنى أن أقل تيار في الملف يولد عنده أكبر عزم ازدواج أي ينحرف مؤشر الجلفانومتر بمرور أقل تيار ويكون الانحراف ملحوظا.
- 2- تكون أقسام التدريج في الجلفانومتر ذي الملف المتحرك متساوية لأن زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر تتناسب طرديًا مع عزم الازدواج الذي يتناسب طرديًا مع شدة التيار في الملف.
- 3- B ثابتة حيث شدة الفيض المغناطيسي للمغناطيس ثابتة.
- A ثابتة - مساحة الملف ثابتة حيث يلف على إطار خفيف من الألومنيوم على شكل مستطيل.
- N عدد لفات الملف ثابتة.
- $\sin \theta$ ثابتة لجعل خطوط الفيض على شكل أنصاف أقطار في الحيز الذي يدور فيه الملف بواسطة مغناطيس قطباه مقعران وبذلك يتناسب عزم الازدواج فقط مع شدة التيار المار.

$$\tau = BIAN \sin \theta$$

- 4- شدة التيار المار في ملف الجلفانومتر =

عدد الأقسام التي تحركها المؤشر x حساسية كل قسم.

<p>عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر به تيار كهربى قابل للحركة في مجال مغناطيسى أى أنه عند مرور تيار كهربى في الملف تتولد قوتان متوازيتان ومتساويتان في المقدار ومتضادتان في الاتجاه على الضلعين الطويلين للملف ينشأ عنهما ازدواج فيدور الملف حول محوره.</p>	<p>فكرة عمل الجلفانومتر :</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1- عند مرور التيار الكهربى في الملف من طرفه الأيمن في اتجاه إلى داخل الورقة ليخرج من طرفه الأيسر في اتجاه خارج الورقة فإن القوى المغناطيسية تولد عزمًا يعمل على دوران الملف في اتجاه حركة عقارب الساعة. 2- يتحرك المؤشر مع الملف في اتجاه حركة عقارب الساعة. 3- يتولد في الملفين الزنبركيين عند دورانهما مع الملف عزم الازدواج ناشئ عن لتيهما ويعمل في عكس اتجاه عزم الازدواج الناشئ عن مرور تيار في الملف أى في عكس اتجاه عقارب الساعة. 4- يستقر الملف ويستقر المؤشر أمام قراءة معينة عندما يتزن عزم الازدواج الناشئ عن القوى المغناطيسية مع عزم الازدواج عن لتي الملفات الزنبريكية ، وتدل قراءة المؤشر على التدريج على قيمة شدة التيار. 5- عندنا يُعكس اتجاه التيار في الملف فإن الملف والمؤشر يدوران في عكس اتجاه دوران عقارب الساعة. 	<p>شرح فكرة العمل :</p>

- علل : لا يصلح الجلفانومتر ذو الملف المتحرك لقياس شدة التيار المتردد.
 ← لأن الفيض الناتج عن التيار المتردد يكون مترددًا فيتغير اتجاه عزم الازدواج كل نصف دورة ، ويمنع القصور الذاتي للملف الاستجابة لهذا التغير.
- حساسية الجلفانومتر :

$$\frac{\theta}{I} = \left(\frac{\text{deg}}{\mu A} \right)$$

- هي مقدار زاوية انحراف مؤشر الجلفانومتر عن وضع الصفر عند مرور تيار كهربائي في ملفه شدته الوحدة.
- عندما تقل حساسية الجلفانومتر إلى العشر مثلاً فمعنى ذلك أن الجهاز أصبح قادرًا على قياس تيارات أشد عشر مرات أي أن $I = 10I_g$
- علل : يجب معايرة الجلفانومتر بعد فترات مختلفة من الاستعمال.
 ← ذلك لأن قوة اللي في الزنبركين تنقص بكثرة الاستعمال.

• تطبيقات على الجلفانومتر :

يمكن تحويل الجلفانومتر إلى :

- 1- أميتر التيار المستمر.
- 2- فولتميتر لقياس فرق الجهد.
- 3- أوميتر لقياس المقاومة الكهربائية.

أميتر التيار المستمر :

هو جهاز يستخدم لقياس شدة التيار وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وُصل مع ملفه على التوازي مقاومة صغيرة جدًا تُسمى مجزئ التيار R_s

- الوظيفة : قياس شدة التيارات الكهربائية العالية المستمرة موحدة الاتجاه.
- طريقة التوصيل : يُوصل في الدائرة على التوالي حتى يمر به كل تيار الدائرة وبالتالي تضاف مقاومته لمقاومة الدائرة.
- المقاومة : صغيرة جدًا. علل

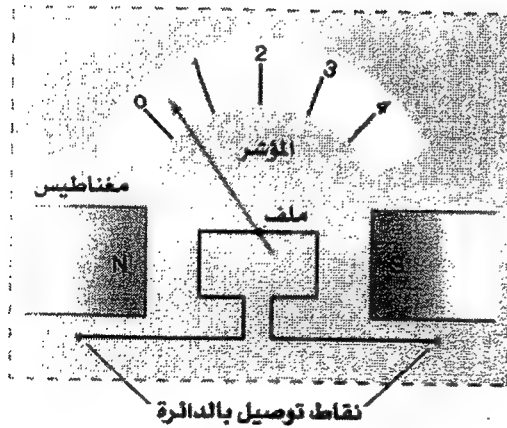
■ لأنها محصلة مقاومتين على التوازي إحداها صغيرة جدًا.

■ وهذا حتى لا يؤثر على تيار الدائرة المراد قياسه.

- الأميتر المثالي مقاومته مهملة.

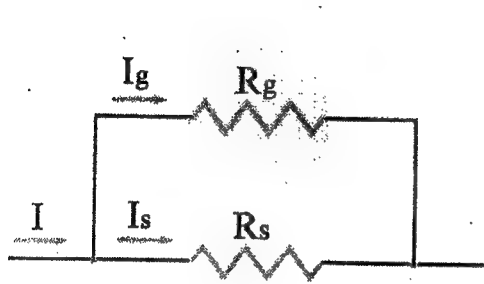
- الأميتر جهاز غير دقيق لقياس شدة التيار. علل

← لأن له مقاومة تضاف لمقاومة الدائرة حيث أنه يُوصل على التوالي وبالتالي يقيس تيارًا أقل من التيار الأصلي.



- التركيب :
جلفانومتر يوصل به مقاومة صغيرة جدًا على التوازي مع ملفه يمر بها معظم التيار
" تسمى مجزئ التيار R_s "

- مجزئ التيار R_s :
هو مقاومة صغيرة جدًا توصل مع ملف الجلفانومتر على التوازي لتحويله إلى أميتر وتعمل على:
1- حماية ملف الجلفانومتر من الاحتراق فلا يمر فيه إلا تيار ضئيل يتحملة.
2- زيادة مدى الجهاز حيث تمكّنه من قياس تيارات أكبر.
3- تقليل مقاومة الجهاز حتى لا يؤثر على تيار الدائرة المراد قياسه.



- استنتاج قانون مجزئ التيار R_s :
1- نرمز لمقاومة الجلفانومتر R_g ومقاومة مجزئ التيار R_s
2- التيار الكلي المراد قياسه I ينقسم إلى جزئين :
■ يمر الجزء الأكبر من هذا التيار في المجزئ لصغر مقاومته بالنسبة لمقاومة الجلفانومتر ويكون I_s
■ يمر الجزء الأصغر من التيار الكلي في ملف الجلفانومتر وشدته I_g فلا يتعرض الملف للتلف.
وعندئذ يكون :

$$I = I_g + I_s \rightarrow I_s = I - I_g$$

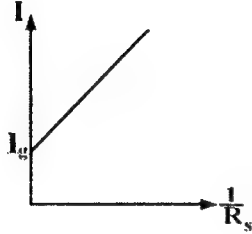
- 3- الملف والمجزئ عبارة عن مقاومتين R_s , R_g متصلتان على التوازي فيكون فرق الجهد بين طرفيهما واحد.

$$\begin{aligned} V_g &= V_s \\ I_g R_g &= I_s R_s \\ I_g R_g &= (I - I_g) R_s \end{aligned}$$

$$\therefore R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g}$$

شكوت إلى وكيع سوء حظي .. فأرشدني إلى ترك المعاصي
وأخبرني بأن العلم نور .. ونور الله لا يهدي لعاصي

- لحساب أقصى تيار يمكن أن يقيسه الأميتر بعد توصيل مجزئ التيار :



$$I_{max} = I_g + \frac{I_g R_g}{R_s}$$

$$slope = \frac{\Delta I}{\Delta \left(\frac{1}{R_s}\right)} = I_g R_g$$

- حساسية الأميتر :

- عند توصيل مجزئ التيار يتمكن الجهاز من قياس تيارات أشد وبالتالي تقل الحساسية حيث

$$\frac{\theta}{I}$$

- ويحدث هذا حتى لو كانت مقاومة المجزئ أكبر من مقاومة الجلفانومتر.
- وإذا تسبب وجود مجزئ التيار في أن يقيس الجهاز تياراً 5 أمثال ما كان يقيسه مثلاً فإنه يُقال أن الحساسية قد قلت إلى الخمس.

حساسية الأميتر :

هي النسبة بين أقصى تيار يقيسه الجلفانومتر إلى أقصى تيار يقيسه بعد تحويله لأميتر.

- استنتاج العلاقة بين حساسية الأميتر وحساسية الجلفانومتر:

$$\frac{\text{حساسية الأميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{\theta I_g}{I_A \theta} = \frac{I_g}{I_A} = \frac{V_g R_A}{R_g V_A} = \frac{R_A}{R_g} = \frac{R_g R_s}{(R_g + R_s) R_g} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$$

$$\frac{\text{حساسية الأميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_s}$$

- اشرح كيف يمكنك تحويل الجلفانومتر إلى أميتر.

- 1- نقوم بتوصيل مقاومة صغيرة جداً معه على التوازي (R_s)
- 2- نقوم بإعادة معايرة التدريج.

❖ مثال : جلفانومتر مقاومة ملفه 2Ω يتطلب انحرافه إلى نهاية تدريجه مرور تيار شدته 5mA ، ما هي مقاومة مجزئ التيار الذي يجب استخدامه لتحويل الجلفانومتر إلى أميتر النهاية العظمى لتدريجه 10A ؟
الحل :

$$R_s = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{0.005 \times 2}{10 - 0.005} = \frac{0.01}{9.995} = 0.001 \Omega$$

فولتميتر التيار المستمر D.C.V :

هو جهاز يستخدم لقياس فرق الجهد بين أي نقطتين في دائرة كهربية أو القوة الدافعة الكهربائية لعمود أو بطارية ، وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وُصل مع ملفه على التوالي مقاومة كبيرة جدًا تُسمى مضاعف الجهد R_m

- الوظيفة :
قياس فروق الجهد المستمرة القوية.
قياس القوة الدافعة الكهربائية للبطارية.
- طريقة التوصيل : يُوصل في الدائرة على التوازي. علل
← حتى يكون فرق جهده مساويًا لفرق الجهد المراد قياسه.
- المقاومة : كبيرة جدًا. علل
← لأنها محصلة مقاومتين على التوالي إحداها كبيرة جدًا ،
وحتى لا يسحب الجهاز إلا جزءًا ضئيلًا من تيار الدائرة فلا يؤثر كثيرًا على فرق الجهد المراد قياسه.

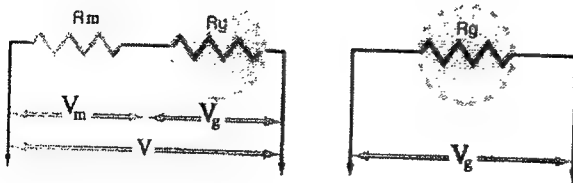
• ملحوظة : الفولتميتر المثالي مقاومته كبيرة جدًا.

- الفولتميتر جهاز غير دقيق لقياس فرق الجهد. علل
← لأنه يسحب جزءًا من تيار الدائرة فيمر تيار أقل من الأصلي في المقاومة المراد قياس فرق الجهد بين طرفيها وبالتالي يقيس فرق جهد أقل من الحقيقي.

• مضاعف الجهد R_m :

- مقاومة كبيرة جدًا تُوصل مع ملف الجلفانومتر على التوالي لتحويله إلى فولتميتر وتقوم بـ :
(أ) حماية ملف الجلفانومتر فلا يمر فيه إلا تيار ضئيل يتحملة.
(ب) زيادة مدى الجهاز حيث تمكنه من قياس فروق جهد أكبر.
(ج) تكبير مقاومة الجهاز فلا يسحب إلا جزء ضئيل من تيار الدائرة فلا يؤثر كثيرًا على فرق الجهد المراد قياسه.

• استنتاج قانون مضاعف الجهد :



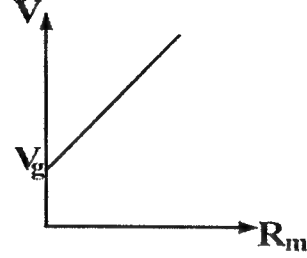
$$\begin{aligned} V_m + V_g &= V \\ V_m &= V - V_g \\ I_g R_m &= V - I_g R_g \\ R_m &= \frac{V - I_g R_g}{I_g} \end{aligned}$$

لحساب أقصى فرق جهد يمكن أن يقيسه الفولتميتر :
من العلاقة :

$$V_{max} = V_g + V_m = I_g(R_g + R_m)$$

$$= V_g + I_g R_m$$

$$slope = \frac{\Delta V}{\Delta R_m} = I_g$$



• حساسية الفولتميتر :

- عند توصيل مضاعف الجهد يتمكن الجهاز من قياس جهود أكبر وبالتالي تقل الحساسية حيث
- إن الحساسية للجهاز $\frac{\theta}{V}$
- ويحدث هذا حتى لو كانت مقاومة مضاعف الجهد أقل من مقاومة الجلفانومتر.
- وإذا تسبب وجود مضاعف الجهد في أن يقيس الجهاز جهداً 5 أمثال ما كان يقيسه مثلاً فإنه يُقال أن الحساسية قد قلت إلى الخمس.

حساسية الفولتميتر :

هي النسبة بين أقصى فرق جهد يقيسه الجلفانومتر إلى أقصى فرق جهد يقيسه بعد تحويله لفولتميتر.

• استنتاج العلاقة بين حساسية الفولتميتر وحساسية الجلفانومتر :

$$\frac{\text{حساسية الفولتميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{\theta V_g}{V \theta} = \frac{V_g}{V} = \frac{I_g R_g}{I_g(R_g + R_m)} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

$$\frac{\text{حساسية الفولتميتر}}{\text{حساسية الجلفانومتر}} = \frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_g + R_m}$$

• اشرح كيف يمكنك تحويل الجلفانومتر إلى فولتميتر.

نقوم بتوصيل مقاومة كبيرة جداً مع ملفه على التوالي ثم نقوم بإعادة معايرة التدرج.

❖ مثال : جلفانومتر مقاومة ملفه 0.1Ω أو يبلغ أقصى انحراف له عندما يمر به تيار شدته 1 mA
احسب المقاومة المضاعفة للجهد اللازمة لتحويله إلى فولتميتر يصلح لقياس فرق جهد نهايته العظمى 50 V
الحل :

$$V_g = I_g R_g = 0.001 \times 0.1 = 1 \times 10^{-4} \text{ V}$$

$$R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{50 - 1 \times 10^{-4}}{1 \times 10^{-3}} = 49999.9 \Omega$$

يُلاحظ هنا أن المقاومة الكلية للفولتميتر هي :

$$R_{total} = 49999.9 + 0.1 = 50000 \Omega = 50 \text{ K}\Omega$$

الأوميتير :

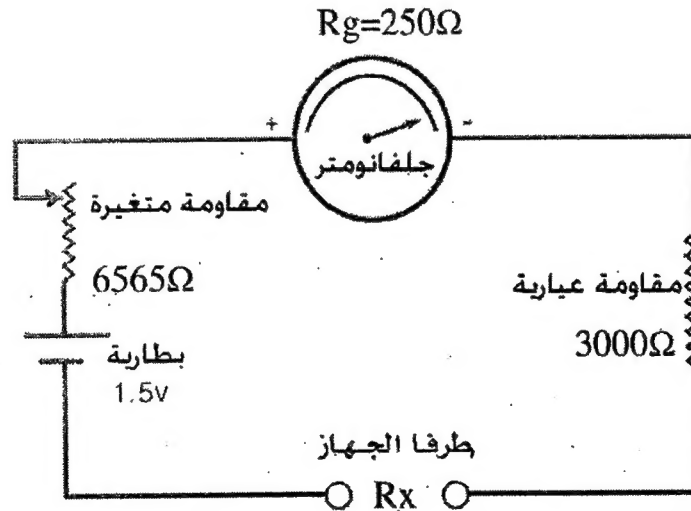
هو جهاز يستخدم لقياس مقاومة مجهولة في دائرة ما بطريقة مباشرة وهو عبارة عن جلفانومتر حساس وُصل مع ملفه على التوالي مقاومة عيارية ثابتة ومقاومة متغيرة وعمود كهربائي.

- الفكرة : تناسب التيار والمقاومة تناسبًا عكسيًا نظرًا لثبوت فرق الجهد.
- التوصيل في الدائرة : يُوصل طرفا الجهاز بطرفي المقاومة المراد قياس قيمتها.
- التركيب : جلفانومتر + مقاومة عيارية + بطارية بحيث عند تلامس طرفي التوصيل ببعضهما ينحرف المؤشر إلى نهاية تدريج الميكروأميتر والتي تعتبر صفر تدريج الأوميتير.

❖ مثال : ميكروأميتر مداه $400\mu A$ ومقاومته 250Ω
بطارية جهدها $1.5V$ ومقاومتها الداخلية مهمة $r = 0$
مقاومة ثابتة 3000Ω

- مقاومة متغيرة مداها 6565Ω نأخذ منها 500Ω
حساب قيمة المقاومة المطلوبة لكي ينحرف المؤشر إلى نهاية التدريج :
- $$R_{\text{أوميتير}} = \frac{V_B}{I} = \frac{1.5}{400 \times 10^{-6}} = 3750 \Omega$$

$$3750 \Omega = 3000 \Omega (\text{ثابتة}) + 500 \Omega (\text{متغيرة}) + 250 \Omega (\text{ميكروأميتر})$$

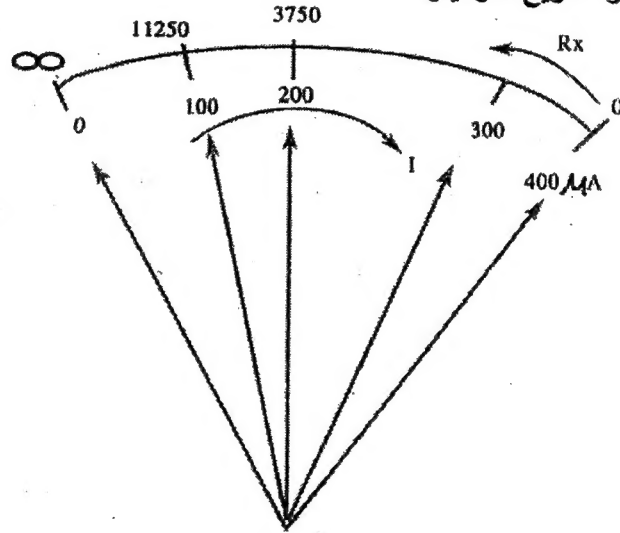


الفكرة التي بُني عليها الأوميتير :

- 1- يعتمد قياس مقاومة ما على :
▪ شدة التيار الذي يمر في الدائرة.
▪ الانخفاض في الجهد عبر المقاومة حيث $R = \frac{V}{I}$
- 2- إذا ظل فرق الجهد ثابتًا ومعلومًا فليس هناك داع لوجود الفولتميتر ويمكن رفعه من الدائرة.
- 3- عندئذ يمكن معايرة الجلفانومتر ليعطي قيمة المقاومة مباشرة فإذا زادت المقاومة تقل شدة التيار المار في الدائرة وبالتالي تقل قراءة الجلفانومتر.

- معايرة الأوميتر :
 - طريقة تعيين مقاومة مجهولة بالأوميتر :
 يتم تلامس طرفي الأوميتر فينحرف المؤشر إلى نهاية تدريج الميكروأميتر وهو صفر تدريج الأوميتر.
 ثم يتم توصيل المقاومة المجهولة بين طرفي الأوميتر.
 - علل : وجود مقاومة ثابتة في دائرة الأوميتر.
 ← لحماية ملف الجلفانومتر.
 - علل : وجود مقاومة متغيرة في دائرة الأوميتر.
 ← للتحكم في شدة التيار بحيث عند تلامس طرفي التوصيل ينحرف المؤشر إلى نهاية تدريج الميكروأميتر والذي يعتبر بداية تدريج الأوميتر وذلك للحصول على قراءة صحيحة.

• اشرح كيف تتم معايرة تدريج الأوميتر.



- 1- عند ملاسة طرفي الأوميتر ببعضهما ينحرف المؤشر إلى نهاية تدريج الميكروأميتر والذي يعتبر صفر تدريج الأوميتر.
- 2- عند وضع مقاومة $\frac{1}{3}$ المقاومة الأصلية بين طرفي التوصيل فإن المقاومة الكلية تصبح $\frac{4}{3}R$ فيصبح التيار $\frac{3}{4}I$ فينحرف المؤشر إلى $\frac{3}{4}$ التدريج.
- 3- عند وضع مقاومة تساوي المقاومة الأصلية بين طرفي التوصيل فإن المقاومة الكلية تصبح $2R$ فيصبح التيار $\frac{1}{2}I$ فينحرف المؤشر إلى $\frac{1}{2}$ التدريج.
- 4- عند وضع مقاومة تساوي ضعف المقاومة الأصلية بين طرفي التوصيل فإن المقاومة الكلية تصبح $3R$ فيصبح التيار $\frac{1}{3}I$ فينحرف المؤشر إلى $\frac{1}{3}$ التدريج.
- 5- عند وضع مقاومة تساوي 3 أمثال المقاومة الأصلية بين طرفي التوصيل فإن المقاومة الكلية تصبح $4R$ فيصبح التيار $\frac{1}{4}I$ فينحرف المؤشر إلى $\frac{1}{4}$ التدريج.
- ويعبر التدريج عن قيمة المقاومة الموصلة بين طرفي التوصيل فقط وليس عن المقاومة الكلية.

• تدريج الأوميتير :

1- عكس تدريج الأوميتير. علل

← لأن المقاومة والتيار يتناسبان تناسبًا عكسيًا نظرًا لثبوت فرق الجهد.

2- غير منتظم. علل

← لأن شدة التيار لا تتناسب عكسيًا مع المقاومة المجهولة فقط بل تتناسب عكسيًا مع مجموع المقاومة المجهولة والمقاومة العيارية.

- علل : القوة الدافعة الكهربائية للعمود المستخدم في دائرة الأوميتير ثابتة.

← حتى لا تتغير شدة التيار أثناء ضبط مؤشر الأوميتير أو أثناء استخدامه حيث تكون شدة التيار تتناسب عكسيًا مع قيمة المقاومة عند ثبوت بقية العوامل وهي القوة الدافعة الكهربائية بالدائرة.

• قوانين الأوميتير :

$$R_{\text{اوميتير}} = \frac{V_B}{I_{\text{max}}}$$

$$I_{\text{max}} = \frac{V_B}{R_{\text{اوميتير}}} = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r} \quad (\text{قبل توصيل أي مقاومة خارجية})$$

$$I_{\text{جزئي}} = \frac{V_B}{R_{\text{اوميتير}} + R_x} = \frac{V_B}{R_g + R_c + R_v + r + R_x} \quad (\text{بعد توصيل المقاومة الخارجية})$$

$$\frac{I_{\text{جزئي}}}{I_{\text{max}}} = \frac{R_{\text{اوميتير}}}{R_{\text{اوميتير}} + R_x}$$



موقع ایجی فاست التعلیمی